

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пермский государственный технический университет»

В. А. Харитонов, А. А. Белых

**ТЕХНОЛОГИИ
СОВРЕМЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА**

Издательство
Пермского государственного технического университета
2007

УДК 338.24 + 374.3
ББК 65.291.21 + 74.5

РЕЦЕНЗЕНТЫ

д-р техн. наук, проф., заместитель директора Института
проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН

Д. А. Новиков;

д-р техн. наук, исполнительный вице-президент Россий-
ского союза промышленников и предпринимателей

В. Г. Передерий

Харитонов, В. А.

Технологии современного менеджмента / В. А. Хари-
тонов, А. А. Белых; под науч. ред. В. А. Харитонova.—
Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007.— 190 с.

ISBN 978-5-88151-812-7

Излагаются методологические, теоретические, прикладные и образо-
вательные аспекты проекта формирования инжинирингово-управленче-
ских компетенций, необходимых для внедрения технологий современного
менеджмента, базирующихся на оригинальных моделях основной состав-
ляющей человеческого фактора — предпочтений, в виде механизмов
комплексного оценивания с расширенными функциональными возможно-
стями. Предусмотренные проектом технологии призваны обеспечить
поддержку принятия решений в задачах управления социально-экономи-
ческими системами (менеджмента) с востребованным в современных ус-
ловиях высоким уровнем обоснованности, прозрачности и документирова-
ности.

Книга предназначена для использования в учебном процессе при
подготовке специалистов управленческих специальностей (управление
проектами, менеджмент): руководителей, аналитиков и менеджеров орга-
низаций и предприятий, преподавателей вузов, студентов и аспирантов.

УДК 338.24 + 374.3
ББК 65.291.21 + 74.5

Издано в рамках инновационной образовательной программы ПГТУ
«Создание инновационной системы формирования профессиональных компе-
тенций кадров и центра инновационного развития региона на базе многопро-
фильного технического университета».

ISBN 978-5-88151-812-7

© ГОУ ВПО «Пермский государственный
технический университет», 2007

СОДЕРЖАНИЕ

Условные обозначения и сокращения	6
Введение.....	7
Раздел 1. Методологические основы проекта создания и внедрения технологий современного менеджмента	12
1.1. Формирование целей и задач инновационно-образовательного проекта	12
1.2. Проблемы развития технологий современного менеджмента	18
1.3. Концепция моделирования предпочтений в задачах поддержки принятия управленческих решений	21
1.4. Технология диверсификации моделей и методов управления совместной деятельностью людей	30
Раздел 2. Расширение функциональных возможностей механизмов комплексного оценивания.....	35
2.1. Обоснование направлений совершенствования механизмов комплексного оценивания.....	35
2.2. Разработка нечеткого механизма свертки.....	42
2.3. Методика обоснования вариантов заполнения матриц свертки.....	46
Раздел 3. Методические основы моделирования человеческих предпочтений	52
3.1. Научно-методический аппарат конструирования матриц свёртки деревьев комплексного оценивания	52

3.2. Процедуры построения механизмов комплексного оценивания	58
Раздел 4. Инструментальные средства технологий современного менеджмента	72
4.1. Программный комплекс «Декон» (дерево комплексного оценивания).....	72
4.2. Программный комплекс «Декон-изопрайс»	75
4.3. Схемы основных алгоритмов программного комплекса «Декон-табл»	77
4.4. Особенности программной реализации комплекса «Декон-табл»	82
Раздел 5. Пакет прикладных моделей на основе технологий «Декон-изопрайс»	95
5.1. Модель комплексного оценивания защиты выпускных квалификационных работ.....	95
5.2. Модель ранжирования экспонентов для конкурса «Лучший товар в строительстве».....	97
5.3. Процедура анализа финансового состояния предприятия.....	104
5.4. Система поддержки принятия решений по кредитованию инвестиционных проектов ...	112
5.5. Управление распродажей строящегося жилья для решения задачи финансирования строительства из средств дольщиков	119
5.6. Методика обоснования технического задания на разработку конкурентоспособной продукции	127
5.7. Модели и методы исследования образовательных систем.....	132
5.8. Моделирование критических ситуаций на рынке недвижимости	135
5.9. Учет стратегий социально-экономического развития регионов при разработке земельного кадастра	140

5.10. Модели управления социально-экономическим развитием региона	142
Заключение	146
Библиографический список.....	147
Приложение 1. Исследование функции свертки нечетких переменных.....	152
Приложение 2. Программа дополнительного образования «Управление проектами (технологии современного менеджмента)»	184

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АЭ	— активный элемент
БМ	— базовая модель
ВКР	— выпускная квалификационная работа
ЖКХ	— жилищно-коммунальное хозяйство
ИУК	— инженерно-управленческая компетенция
ЛПР	— лицо, принимающее решения
ЛТСМ	— лаборатория технологий современного менеджмента
МКО	— механизм комплексного оценивания
ООМ	— объектно-ориентированная модель
ОС	— организационная система
ПМ	— прикладная модель
ПОМ	— проблемно-ориентированная модель
СОМ	— субъектно-ориентированная модель
СППР	— система поддержки принятия решений
ТСМ	— технология современного менеджмента
УК	— управляющая компания
УКЦ	— учебно-консалтинговый центр
ЦТ	— центр тяжести

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы Россия имеет устойчивый положительный платежный баланс и бездефицитный государственный бюджет. Успехи экономического роста в России все еще во многом обусловлены благоприятной ситуацией на мировых рынках топливных и сырьевых ресурсов. Поэтому сейчас на первый план в России выходят проблемы качества, роста и модернизации экономики.

На заседании президиума Государственного Совета по промышленной политике, состоявшемся в Волгограде в феврале 2007 года, президент России поднял вопрос о диверсификации экономики за счет подъема перерабатывающих отраслей и востребованности принципиально новой модели организации производства, ориентированной на создание инноваций и опирающейся на конкурентную среду. При этом России нужна модель экономического развития, органично ориентированная на межрегиональные и глобальные кооперационные связи, обеспечивающая промышленности системный подход к передовым информационным технологиям проектирования, стандартизации, контроля качества и приема продукции. В вопросах реструктуризации промышленности нужно, прежде всего, укреплять механизмы взаимодействия федеральных и региональных органов власти, в том числе связывать новые промышленные проекты с инвестиционными планами регионов.

Для успеха в этой области не хватает подлинной консолидации всех заинтересованных сторон. Необходимо обеспечить доверие, взаимопонимание и сотрудничество, разумный паритет между правительством, общественными организациями и собственно производством и его научным обеспечением. Только гармоничное взаимодействие этих трех сил может гарантировать стабильное динамичное развитие экономики.

Подлинная консолидация общества означает состояние равновесия в условиях проявления человеческого фактора, главным компонентом которого является множество интересов (предпочтений) его членов. Именно эти предпочтения играют определяющую роль на этапе принятия любых решений, в том числе и при управлении социально-экономическими проектами.

Для реализации управления, ориентированного на наиболее полное использование человеческого потенциала, необходимы новые технологии поддержки принятия решения, созревающие в ряде отечественных научных школ. Источником возникновения застоя теоретической, а следовательно, и прикладной составляющей современного менеджмента [1], развитие которого остановилось на концептуальных моделях, является отсутствие эффективных технологий моделирования человеческих предпочтений.

При принятии консолидирующих решений каждому участнику проекта диверсификации целесообразно:

- разобраться в собственных предпочтениях и предпочтениях партнеров, касающихся взглядов на решаемую проблему;
- представить свои предпочтения в форме четкого руководящего документа;
- выбрать лучший конкурсный вариант закупок, подрядов, персонала, организационной структуры или проекта в целом;
- заглянуть своими глазами в будущее (прошлое) предприятия;
- найти главные звенья в проблемах управления и бизнеса;
- «затянуть свою игру» с партнерами по управлению и бизнесу и т. п.

Для решения этого круга вопросов вполне уместно использование международного опыта. Во всем мире крупные корпорации формируют вокруг себя целые кластеры малых и средних предприятий: внедренческих, сервисных, дилерских компаний и фирм. Использование в этом процессе новых технологий поддержки принятия решений, основанных на моделировании человеческих предпочтений, создает предпосылку к подлинной кон-

солидации человеческого фактора с участием научных, общественных и политических организаций. Такая модернизация промышленности неизбежно формирует спрос на продукты и услуги отечественных научных центров. Таким образом промышленность будет реально интегрироваться в новую экономику и в экономику знаний.

Настоящее исследование выполнено в значительной степени под впечатлением от знаменательного события в рамках рассматриваемой предметной области — выхода сборника статей ученых Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, признанного лидера в науке управления, и особенно предисловия к нему Н. А. Абрамовой и Д. А. Новикова [2].

Этим изданием институт привлек внимание специалистов к комплексному обсуждению роли человеческого фактора в решении современных проблем управления, к интеграции подходов и идей, способных повлиять на качество практических задач управления. В свою очередь, авторы монографии с воодушевлением вступили в творческую дискуссию, надеясь, что обнаруженные в ходе ее совпадения и определенные расхождения во взглядах на ключевые вопросы учета человеческого фактора в управлении будут способствовать положительной динамике развития этой отрасли знаний.

Важнейшей методологической посылкой исследования принято требование адекватности теоретических моделей человека, невыполнение которого делает создателей моделей со своими человеческими факторами источниками риска. Данная посылка частным образом вытекает из строки Ф. Тютчева «Мысль изреченная есть ложь» и в купе с известным положением «Предупрежден — значит вооружен» обострит отношение к требованию адекватности моделей данного класса. В этой аранжировке авторами воспринят вопрос, поставленный И. В. Прангишвили: насколько эффективную помощь может оказать наука в решении практических задач управления, особенно в крупномасштабных и слабоструктурированных условиях, когда существенную роль в их осмыслении неизбежно играет человек?

Авторы считают себя безусловными приверженцами научного направления активных систем, ведущее место в котором

занимают сотрудники института проблем управления В. М. Бурков, Д. А. Новиков и др. [2–6]. В то же время они полагают необходимым отметить некоторые расхождения методологического и методического плана, способные временами приобретать принципиальный характер, включая терминологический аспект.

Целью обсуждаемого инновационно-образовательного проекта является разработка и внедрение в практику менеджмента алгоритмических, инструментальных и методических средств поддержки принятия управленческих решений в социально-экономических (организационных) системах на основе моделирования человеческих предпочтений и формирования необходимых для внедрения предлагаемых технологий инжинирингово-управленческих компетенций (ИУК).

Основными задачами проекта следует считать:

- дальнейшее развитие алгоритмических основ технологий современного менеджмента (прил. 1);
- расширение функциональных возможностей механизмов комплексного оценивания;
- конструирование инструментальных средств поддержки принятия управленческих решений;
- совершенствование методики моделирования человеческих предпочтений в созданной инструментальной среде;
- диверсификацию набора прикладных моделей по направлениям и уровням формирования инжинирингово-управленческих компетенций;
- разработку регламентов процессов подготовки и принятия управленческих решений по внедряемым технологиям;
- подготовку к изданию учебно-методических материалов в предметной области технологий современного менеджмента (ТСМ) для изучения общепрофессиональных дисциплин федерального компонента государственного образовательного стандарта (управление проектами, менеджмент), а также аналогичных дисциплин программ дополнительного образования (прил. 2).

В монографии использованы результаты совместных научных исследований с докторантами, аспирантами, соискателями

и студентами ПГТУ [7–36], в том числе — диссертационного уровня [33–36].

Формирование ИУК уровня выдачи сертификата на право работы в области ТСМ поддерживается разделами 4, 5 (по направлениям подготовки), уровня выдачи удостоверения — разделами 3–5, уровня выдачи свидетельства — разделами 2–5 настоящей монографии.

Раздел 1

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТА СОЗДАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СОВРЕМЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

1.1. Формирование целей и задач инновационно-образовательного проекта

Оставив за «кибернетикой» понятие всеобщего управления (такая широта, возможно, явилась основной причиной утраты им былой популярности), нам кажется уместным сохранить за «управлением» *автоматическое управление* техническими системами со сложившейся *парадигмой оптимального управления*. Другая подобласть кибернетики, ответственная за управление совместной деятельностью людей, закрепила за собой название «менеджмента», формально являющегося синонимом термина «управление». На стыке этих двух дисциплин возникла *эргономика*, учитывающая человеческий фактор операторов технических систем.

Продолжительное время менеджмент ограничивался *концептуальными моделями*, описываемыми естественным языком с использованием положений наивной логики, пока не сформировались *парадигмы активных систем и принятия решений*.

В первом случае человек как активный элемент системы формирует свои действия, стремясь удовлетворять собственные интересы и предпочтения. Считается, что решаемая исследователем задача управления заключается в нахождении управления, наиболее выгодного для центра, и ученый «играет» на стороне центра (В. Н. Бурков, Д. А. Новиков). Однако в активных системах, где люди являются и субъектами, и объектами управления,

их активность может проявляться не только в выборе управления, но и в манипулировании этим выбором через диверсификацию множества допустимых действий и модификацию своей целевой функции (инновационная, образовательная, профсоюзная и др. виды деятельности). Следовательно, точка приложения проводимых исследований может меняться в зависимости от спроса на консалтинг (заказа). Это обстоятельство согласуется и с положением о первичности интересов системы в целом при должной их интерпретации, и с принципом рационального поведения человека как активного элемента, разве что человек начинает проявлять большую активность, чем от него можно было ожидать, а также с фактом зависимости реального поведения человека от овладения им теоретической моделью поведения (обучения) (А. В. Щепкин).

Во втором случае альтернативная роль человека направлена на принятие управленческих решений, влияющих на деятельность других людей, с использованием человеческих оценок. Наблюдается постепенный сдвиг от принципа объективности по сути субъективных оценок к признанию их зависимости от субъектов (Д. А. Новиков). Управление в рамках данной парадигмы трактуется не как воздействие на управляемый объект внутри системы управления, а как процесс принятия решений. Отсюда становится понятной актуальность компьютерной поддержки принятия решений в зависимости от набора мотивов лица, принимающего решения (ЛПР). Здесь решение понимается как выбор из известного множества вариантов на основе субъективных предпочтений (Э. А. Трахтенгерц).

Таким образом, обе описанные парадигмы порождают третью (рис. 1.1), содержательно охватывающую *моделирование предпочтений*. В связи с тем, что основная задача научных исследований в этой области состоит не в нахождении лучшего управления, а в обеспечении интеллектуальной деятельности ЛПР (активных элементов) знаниями и средствами поддержки их деятельности, становится востребованной совокупность средств, процессов, методов, с помощью которых осуществляется моделирование предпочтений, синтез управлений по методологии активных систем и поддержки принятия решений, т. е.



Рис. 1.1. Структура предметных областей управления

технология современного менеджмента как сугубо прикладная наука, непосредственно затрагивающая модели социально-экономических субъектов.

Поскольку в названной технологии, по А. В. Щепкину, непосредственно участвуют ЛПР, руководитель и эксперт, владеющий знаниями и опытом при подготовке решений, но не отвечающий за их окончательный выбор и применение, все они должны владеть искусством моделирования предпочтений. Отсюда становится понятной и востребованной инновационно-образовательная составляющая технологии.

В связи с тем, что перспективные цели управления, такие как управление на основе предвидения изменений и экспертных решений, вытекающие из динамики задач, встающих перед со-

временным руководителем, сталкиваются с отсутствием свойств наблюдаемости процессов принятия решений, это приводит к необходимости подготовки и персонала, способного к содержательному документированию всех обстоятельств управления совместной деятельностью людей, т. е. менеджмента.

В новых условиях управленческая компетенция менеджеров раскрывает тенденцию к функционально-технологическому расширению (на рис. 1.1 обозначено штрих-пунктирной линией). Современный менеджмент должен выполняться на основе применения инженерных методов и эффективных инструментальных средств моделирования совместными командами специалистов организационных систем и консалтинговых фирм. Можно говорить о востребованности инженерингово-управленческих компетенций у специалистов в области современного менеджмента.

Достижение целей проекта предполагает создание и многоуровневую организацию деятельности учебно-консалтинговых центров (УКЦ) по формированию инженерингово-управленческих компетенций (ИУК), представленную диаграммой на рис. 1.2.

Нулевой уровень ИУК охватывает вопросы разработки методологии синтеза базовых моделей (БМ) современного менеджмента, характеризуется высокой наукоемкостью и поддерживается подразделениями послевузовского образования — аспирантурой и докторантурой. Принадлежность специалиста к данному уровню подтверждается успешной защитой ученых степеней, публикациями в рецензируемых журналах, свидетельствами о регистрации программных продуктов, авторскими свидетельствами и патентами.

Под базовыми моделями в проекте понимаются универсальные алгоритмы и программы, приобретающие определенную интерпретацию в прикладных моделях менеджмента: механизмы комплексного оценивания (МКО) произвольной структуры и наполнения матриц свертки, представления частных критериев (параметров) и комплексных оценок, процедуры построения функций чувствительности и транзитивного замыкания, процедуры коррекции рефлексивных моделей предпочтений по данным наблюдений, композиции МКО, игровые

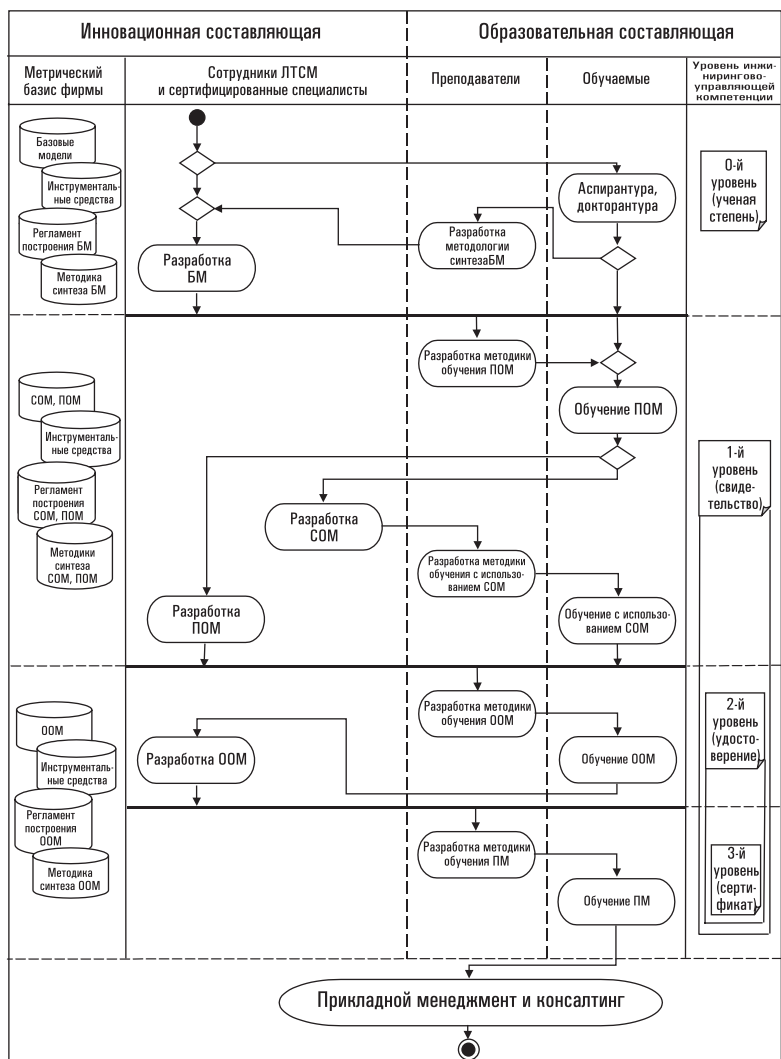


Рис. 1.2. Диаграмма деятельности учебно-консалтингового центра по формированию уровней инжинирингово-управленческих компетенций

модели, базовые модели стимулирования, портфели активов, построители траекторий развития абстрактных объектов, нейронные механизмы и др.

Первый уровень ИУК, в отличие от второго и третьего, дополнительно охватывает проблемно-ориентированные модели (ПОМ), строящиеся на основе базовых моделей по отдельным направлениям менеджмента: конкурсы различных приложений, модели сегментов рынка, портфелей недвижимости, разнообразных механизмов стимулирования, субъектно-ориентированные модели (СОМ) образовательного процесса на принципах индивидуального, личностного подхода и др.

Данный уровень ИУК реализуется в виде дополнительного образования по 100-часовой программе с выдачей свидетельства на право работы с данными технологиями. Дальнейшие задачи первого уровня совпадают со вторым уровнем ИУК, охватывая объектно-ориентированные модели (ООМ), представляющие собой конкретизированные под социально-экономический объект ПОМ. Такими моделями могут быть: конкурсные механизмы именного назначения, например, выставка «Строительство и ремонт», Пермь, 2007; механизм оценивания уровня выпускных квалификационных работ по кафедре «Экспертиза недвижимости» строительного факультета ПГТУ, управление распродажей строящегося жилья комплекса «Акварель» и др. Обучение проходит по 72-часовой программе с выдачей удостоверения на право работы с данными технологиями.

Компетенции третьего уровня, поддерживаемые носителями компетенций предыдущих уровней, предусматривают формирование навыков принятия управленческих решений в условиях использования заблаговременно разработанных моделей и укладываются в рамки прикладного менеджмента. Обучение компетенциям этого уровня может колебаться в пределах 8–36 часов и завершается выдачей сертификата на право работы с соответствующей моделью. При отсутствии у заказчика сертифицированных специалистов предшествующих уровней разработка необходимых моделей может быть выполнена специалистами УКЦ в формате консалтинга.

Для уяснения специфики задач менеджмента с позиций разработки предлагаемых технологий целесообразно провести анализ проблем современного менеджмента.

1.2. Проблемы развития технологий современного менеджмента

Данная проблематика, прежде всего, относится к предметной области стратегического менеджмента. В этом вопросе авторы придерживаются определения стратегического менеджмента, данного в работе [1]. Эффективность менеджмента в значительной степени определяется качеством используемых инструментов.

Под инструментом стратегического управления понимают методы подготовки и принятия управленческих решений, методики прогноза и анализа информации, модели, отражающие соотношение экономических и производственных показателей [1]:

- матрицы обоснования стратегий, устанавливающие связи между имеющейся проблемой и возможными путями ее решения;
- матрицы стратегического баланса (SWOT-анализ), сопоставляющие преимущества и недостатки производства с возможностями и рисками рынка;
- выбор стратегических зон хозяйствования в связи с диверсификацией производства;
- техника сценариев в задачах прогноза будущего в условиях неопределенности внешних факторов;
- мониторинг опережающей корректировки методов достижения поставленных целей по симптомам отклонений внешних факторов;
- матрица Бостонской консультационной группы, служащая анализу набора (портфеля) стратегических продуктов, находящихся на различных стадиях жизненного цикла;
- матрица Мак-Кинзи (привлекательность рынка — относительные преимущества в конкуренции);
- анализ конкурентной среды по М. Портеру (пять групп факторов: конкуренция, барьеры, замещающие продукты, сила поставщика, сила покупателя);
- методы опережающего управления (ликвидация проблем — ликвидация последствий проблем);

- проблемно-целевой семинар коллективной выработки стратегии;
- управление по целям и результатам (МВО П. Друкера);
- сбалансированная система показателей (финансы, рынок, производство, развитие — Р. Каплан, Д. Норманн);
- бизнес-план (анализ и оценка новых проектов);
- PEST-анализ внешней среды и сценариев ее изменения по факторам: политика, экономика, социум, технология;
- ABC-анализ, основанный на принципе Парето 20/80, выделяющем главные компоненты (группы).

Эффективность решения задач стратегического менеджмента перечисленными методами в современном их состоянии нельзя признать удовлетворительной. Сложность решения данной проблемы кроется в главной отличительной особенности специальности менеджмента как подобласти общей теории управления — необходимости существенного учета человеческого фактора, характеризуемого, прежде всего, совокупностью предпочтений, активно влияющих на процессы управления и плохо поддающихся формализации и математическому моделированию. В работе обсуждаются перспективы развития инструментальных средств поддержки методов стратегического менеджмента на основе новейших результатов в области конструирования и расширения функциональных возможностей механизмов комплексного оценивания [16], служащих измерителем состояния объекта управления и являющихся предметом исследования теории активных систем [3].

Человеческий фактор в системах управления широкого класса естественным образом распадается на три составляющих: предпочтение потребителя, предпочтение поставщика товаров и услуг (менеджера) и предпочтение экспертов, осуществляющих многопараметрическое оценивание выпускаемой продукции. Следует заметить, что при отсутствии достаточной статистики человеческий фактор приходится учитывать по варианту нечеткой неопределенности.

В традиционном менеджменте предпочтения потребителя представляются множеством наборов $\{X_{\Pi}\}$ характеристик това-

ров (услуг) каждого вида на фоне производимого набора с параметрами X , оцениваемыми экспертами набором $X_Э$. Эти переменные в виде потоков данных показаны на рис. 1.3. При несовпадении спроса и предложения $\{\Delta X\}$ менеджером принимается управленческое решение $(\Delta X_y, R_y)$ в условиях конкурентных предложений $\{X_k\}$ и ограничения ресурсов $R_y \subseteq R$. Чем шире набор параметров $|X|$, тем сложнее менеджеру найти наиболее эффективное решение без специальной инструментальной поддержки, способной анализировать предпочтения всех заинтересованных сторон в комплексной (агрегированной) форме.

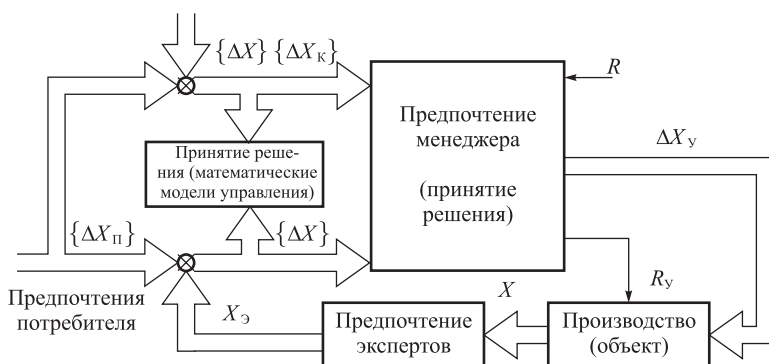


Рис. 1.3. Традиционная структурная схема менеджмента производства

Предпочтения основных участников рынка моделируются механизмами комплексного оценивания по инициативе менеджера производства путем разработки дерева целей (критериев), процедуры нечеткой свертки и шкалы частных, промежуточных и окончательных (комплексных) результатов оценивания.

Инструментарий поддержки принятия решения осуществляет агрегирование (свертку) данных в балльной форме согласно заданной менеджером шкале (переход от потоков данных к однопараметрическим связям): от экспертов ($\bar{X}$), потребителей ($\bar{X}_{II}$) и конкурентов ($\bar{X}_k$). Преимущества данного подхода заключаются в упрощенном представлении изначально сложной информации (единственный комплексный показатель), в возможности сопоставления предпочтений различных по ро-

ли участников рынка и принятия на этой основе эффективных управленческих решений в рамках предоставленных ресурсов, способных повлиять на расстановку рыночных отношений (рис. 1.4).

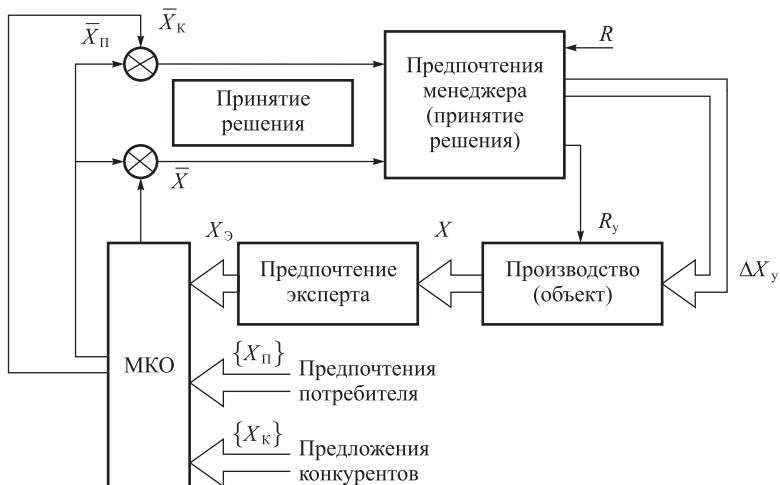


Рис. 1.4. Структурная схема менеджмента с учетом человеческого фактора посредством агрегирования предложения участников рынка

Таким образом, учет человеческого фактора моделированием предпочтений его составляющих позволяет организовать творческий диалог в рамках любого из перечисленных ранее методов стратегического менеджмента, что делает возможным выдвижение новой концепции в области поддержки принятия управленческих решений.

1.3. Концепция моделирования предпочтений в задачах поддержки принятия управленческих решений

Всю свою жизнь человек непрерывно занимается инициированием, разработкой и реализацией проектов широкого спектра: от проектов личного характера до проектов производственного назначения.

В основе этих многогранных процессов лежит процедура принятия решения — выбора из альтернативных вариантов. Наилучшее решение может быть выбрано только среди ранжированного ряда.

Построение ранжированного ряда выглядит тривиальной задачей лишь при установлении на множестве вариантов бинарного отношения порядка в случаях, когда варианты отличаются одним параметром и можно говорить о простом (одномерном) отношении порядка. Для многомерного отношения порядка, предполагающего наличие у ранжируемых вариантов нескольких некоррелированных гетерогенных (разнородных) параметров, процедура его формализации резко усложняется.

Причина этого явления состоит в неоднозначной интерпретации многомерного отношения порядка, выступающего в качестве предпочтения — сугубо человеческого фактора, играющего главную роль в менеджменте, выделившемся из общей теории управления как подобласть управления совместной деятельностью людей — активных элементов организационной системы.

Обнаружение у активных элементов организационных систем новых (по сравнению с пассивными элементами) свойств: «свобода» выбора своего состояния, собственные предпочтения и цели, интерес к поведению других активных элементов и способность к его прогнозированию [4], что позволяет отнести подобные системы к классу «недетерминированных», лишенных традиционных средств описания (моделирования), успешно работающих в предметной области физических законов и явлений. Остро ощущается потребность в появлении новой парадигмы принятия решений как теории и способа действия в науке, модели или образца исследования научных задач [37].

Следует заметить, что «свобода» активных элементов организационных систем не является абсолютной (анархической, произвольной). Она подчиняется своим закономерностям, рождающимся в предметной области ряда дисциплин: психологии, социологии, физиологии и др., а следовательно, может быть формализована с целью получения подходящих моделей, описывающих предпочтения активных элементов и ограничивающих изначально декларированную «свободу» их поведения.

Источником возникновения бесспорного факта застоя теоретической, а следовательно, и прикладной составляющей современного менеджмента, является отсутствие эффективных технологий моделирования человеческих предпочтений, интерпретируемых авторами в качестве многомерных бинарных отношений и способных:

1) помочь носителю предпочтения осознать и сформулировать свое совокупное мнение в классе объектов посредством группы признаков (параметров, характеристик, частных критериев и т. п.);

2) построить математическую (аналитическую) модель каждого предпочтения во всей многомерной области определения и документировать его;

3) передать (предъявить) полученную модель для ориентации или строгого исполнения в качестве руководящего документа для других активных элементов организационной системы;

4) осуществлять достаточно «тонкое» ранжирование произвольного числа вариантов объектов предъявленного предпочтения с целью принятия решения конкурсного характера;

5) осуществлять прогноз развития (траектории) качества отдельных объектов в рамках сформулированного (формализованного) предпочтения;

6) оценивать чувствительность качества представленных объектов к вариациям частных показателей в установленной системе предпочтений;

7) строить композиции предпочтений нескольких участников организационных систем с целью нахождения (обоснования) наилучших решений игровыми методами.

Таким образом, перспективным направлением достижения перечисленных возможностей теорией управления организационными системами является модификация моделей рационального поведения, основанных на максимизации активными элементами их целевых функций, за счет включения в эти модели агрегирования (свертки) [15] многомерных отношений порядка — предпочтений активных элементов.

Гносеологическая сложность моделирования предпочтений не должна останавливать исследователя, во-первых, в силу

объективного существования и решающей роли предпочтений в организационных системах, во-вторых, по причине настоятельной необходимости этих попыток, поскольку того, что не можем моделировать, мы не понимаем и не способны эффективно использовать в достаточной для управления мере. Следовательно, в качестве новой концепции современной парадигмы решения исследовательских задач в области управления организационными системами можно предложить учет человеческого фактора в форме моделей предпочтений, что позволит создать новые технологии решения следующих задач:

1. Разработка или уточнение целей развития системы (регион, корпорация, фирма и т. д.).
2. Моделирование динамики социальных процессов.
3. Декомпозиция цели развития системы на частные задачи оптимального ее достижения.
4. Обоснование технических заданий на разработку и изготовление конкурентоспособной продукции.
5. Проведение неманипулируемых конкурсов, тендеров и т. п.
6. Контроль исполнения и сопровождение проектов.
7. Кредитование бизнес-процессов, ориентированное на кредитную политику инвесторов (банков).
8. Управление рынками, прогнозирование и предупреждение критических ситуаций на рынках.
9. Управление капитализацией объектов ЖКХ.
10. Разработка стратегии кадастрового оценивания земли.
11. Управление портфелями активов (объектов недвижимости).
12. Управление образовательными процессами, в том числе использование новых (дистанционных) форм обучения.

Достижению этой цели препятствует ряд проблем, которые можно сгруппировать в три больших класса [2]: проблема создания парадигмы принятия решений; проблема адекватности моделей и идентификации организационных систем; проблема решения задач анализа и синтеза оптимальных управлений.

Проведенное исследование ставит своей целью в дискуссионном плане обосновать возможные подходы к моделированию

предпочтений активных элементов организационных систем с позиций их соответствия трем обозначенным в работе [2] классам проблем.

Рассмотрим базовую модель принятия решений в организационной системе, представленную на рис. 1.5. Развертывание данной модели происходит при внесении в нее моделей предпочтений и/или их рефлексий.

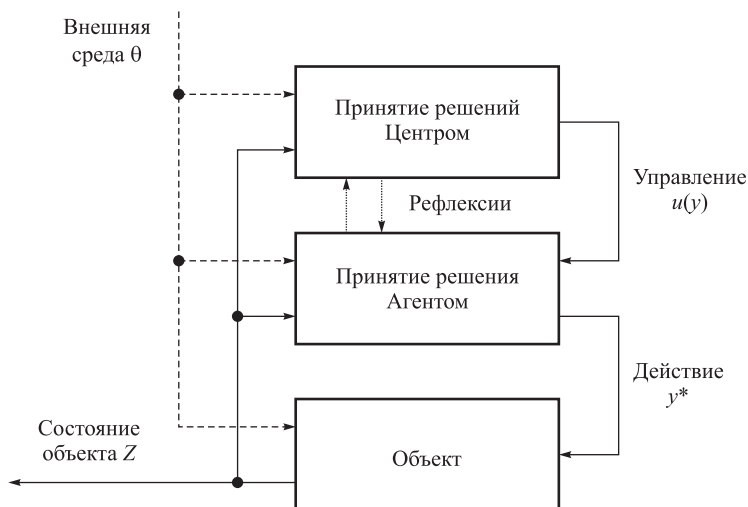


Рис. 1.5. Базовая модель принятия решений в организационной системе

Пусть многомерное состояние Z объекта ответственности Центра оценивается произвольным значением свертки z посредством модели предпочтения $G_{\text{ц}}^1$, несущей в себе тип Центра $r_{\text{ц}}$ (рис. 1.6).

Центру должна быть предоставлена возможность выбора желаемого состояния объекта в будущем с оценкой $z_{\text{ж}}$, способной принимать положительные значения (развитие объекта), нулевое (стабилизация состояния объекта) и даже отрицательные значения (управляемая деградация объекта), что обусловлено динамикой изменения параметров объекта из Z во времени.

Если оператор $G_{\text{ц}}^1$ является достаточно развитой моделью предпочтений Центра, то он способен предоставить полное множество возможных планов управления объектом согласно

Внешняя среда θ

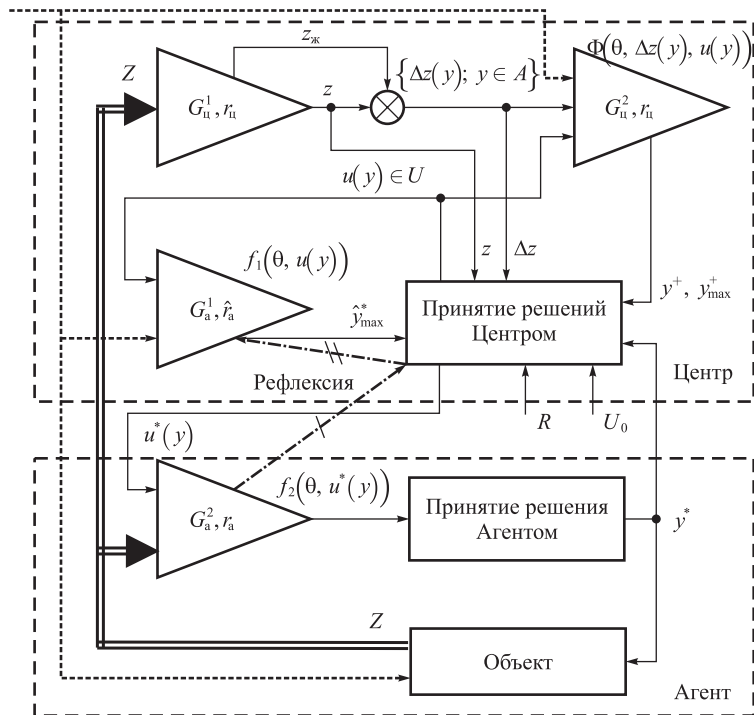


Рис. 1.6. Модель принятия решений в организационной системе с учетом человеческого фактора в виде предпочтений активных элементов

формулируемым рассогласованиям: $\{\Delta z(y); y \in A\}$, поддерживаемым действиями агента y из множества его допустимых действий A . Возникает задача выбора эффективного управления действиями агента, исходя из заданного набора управлений U_0 , имеющегося ресурса R и состояния среды θ .

Целевая функция Центра $\Phi(\dots)$ представлена моделью предпочтений $G_{\text{ц}}^2$ с тем же типом $r_{\text{ц}}$ как свертка состояния среды θ , результатов действия агента $\Delta z(y)$ и затрат на стимулирование действий агента $u(y): \Phi(\theta, \Delta z(y), u(y))$. Используя в качестве модели предпочтения свертку с развитым свойством ранжирова-

ния, нетрудно идентифицировать наиболее эффективные для Центра действия агента y^+ в каждом управлении $u(y)$: $y^+ = \operatorname{argmax}_{y \in u(y)} \Phi(\theta, \Delta z(y), u(y))$ и на имеющемся множестве

$$\text{управлений } U_0: y_{\max}^+ = \operatorname{argmax}_{y^+ \in u(y) \in U_0} \Phi(\theta, \Delta z(y), u(y)).$$

Следующая часть задачи выбора эффективного управления организационной системой заключается в учете человеческого фактора, сосредоточенного в предпочтениях агента.

Если Центр располагает определенной информацией о типе агента r_a , то он может построить модель его целевой функции $f_1(\theta, u(y))$ в виде свертки, несущей в себе рефлекссию типа агента $\hat{r}_a: G_a^1$. Информация об объекте поступает агенту опосредованно в форме предлагаемых действий $y \in A$, сформулированных Центром при планировании управлений.

Сверка G_a^1 с развитым свойством ранжирования способна рефлексивно идентифицировать решения агента $\hat{y}^*$ для каждого управления $u(y)$: $\hat{y}^* = \operatorname{argmax}_{y \in u(y)} f_1(\theta, u(y))$, и найти среди

имеющихся у Центра управлений U_0 наиболее эффективное для него управление $u^*(y) = \operatorname{argmax}_{u(\hat{y}^*) \in U_0} \Phi(\theta, \Delta z(y), u(y))$, гипоте-

тически стимулирующее агента к действию $\hat{y}_{\max}^* = \operatorname{argmax}_{y \in u^*(y)} f_1(\theta, u^*(y))$.

Если желаемая $\Phi(y_{\max}^+)$ и ожидаемая $\Phi(y_{\max}^*)$ эффективности системы расходятся на недопустимо большую для Центра величину $\Delta\Phi$, то им может быть принято решение о расширении исходного набора допустимых управлений или предоставленного ресурса до тех пор, пока не будет достигнуто отношение $\Delta\Phi = \Phi(y_{\max}^+) - \Phi(y_{\max}^*) \leq \Delta\Phi_{\max}$, либо пересмотра первоначальных планов развития объекта $\{\Delta z(y); y \in A\}$.

Обозначим реальные предпочтения агента с типом r_a как свертку G_a^2 , которая в общем случае отличается от ее рефлексии

G_a^1 Центра. Поэтому принятое агентом решение $y^* = \operatorname{argmax}_{y \in u^*(y)} G_a^2(\theta, u^*(y))$ может не совпадать с ожидаемым $\hat{y}_{\max}^*$.

Основанием для идентификации предпочтения агента по результатам натурального эксперимента, кроме $(u^*(y), y^*)$, может служить дополнительная информация Центра: $\Delta z(y_{\max}^*)$, $\Delta z(y^*)$; $\Phi(y_{\max}^*)$, $\Phi(y^*)$; $f_1(y_{\max}^*)$, $f_1(y^*)$, а также отношение порядка между приведенными парами данных, что дает возможность последующей коррекции рефлексивной модели предпочтения агента G_a^1 с последующим повторением всей процедуры принятия Центром управленческого решения.

Для решения проблемы адекватности и идентификации организационных систем [6, 38] необходимо, во-первых, обеспечить оценку ε -оптимальности на основе определения дифференциалов $\frac{\partial \Delta z(p)}{\partial p} dp$ и $\frac{\partial \Phi(p)}{\partial p} dp$, характеризующих устойчивость оптимального решения по каждому параметру модели p . Во-вторых, следует установить класс реальных систем, в которых данное управление еще обладает свойством оптимальности в соответствии с множеством инвариантных состояний модели, объединяемых отношением эквивалентности (комплексной оценкой), формирующим геометрическое место однородных точек равной цены.

Проблема решения задач анализа и синтеза оптимальных управлений традиционно связывается как с выделением новых классов моделей организационных систем, так и с получением аналитических результатов исследований ряда известных моделей [2]. Рассматриваемая в работе новая концепция учета человеческого фактора в форме моделей предпочтений уже по определению тяготеет к прикладным задачам принятия решения, неповторимость которых с позиций теории управления проектами приводит к необходимости представления современной парадигмы как «действия» в науке в качестве определенной технологии анализа и синтеза оптимальных управлений.

Моделирование предпочтений относительно сложных объектов, описываемых несколькими критериями, должно осуществ-

ляться процедурами комплексного оценивания. В сравнении с линейными свертками и другими методами [39], как будет показано ниже, в наибольшей степени отвечают предъявленным ранее требованиям методы формирования комплексной оценки на основе построения иерархической структуры (дерева) критериев.

Для расширения функциональных возможностей математического аппарата моделирования по четкой процедуре $f(\dots, \dots)$, задаваемой матрицей свертки, в соответствии с принципом обобщения по схеме, предложенной Д. А. Новиковым, вычисляется нечеткая оценка $\tilde{X}$ по нечетким аргументам (критериям) $\tilde{X}_1$ и $\tilde{X}_2$ с функцией принадлежности $\mu(x)$:

$$\mu_{\tilde{X}}(x) = \sup_{\{(x_1, x_2) | f(x_1, x_2) = x\}} \min\{\mu_{\tilde{X}_1}(x_1), \mu_{\tilde{X}_2}(x_2)\}. \quad (1.1)$$

Дальнейшее расширение класса матриц свертки можно осуществить с помощью нечеткой процедуры свертки, в основе которой лежит нечеткая матрица свертки. Некоторые или все ячейки такой матрицы $\tilde{m}$ представлены несущим множеством значений с функцией принадлежности $\mu_{\tilde{m}}(m)$, где m — элемент несущего множества. Тогда функция принадлежности нечеткой оценки $\tilde{X}$ определится согласно выражению

$$\mu_{\tilde{X}}(x) = \sup_{\{(x_1, x_2, m) | m = x\}} \min\{\mu_{\tilde{m}}(x_1, x_2, m), \mu_{\tilde{X}_1}(x_1), \mu_{\tilde{X}_2}(x_2)\}. \quad (1.2)$$

Интерпретация нечеткой свертки упрощается использованием процедуры дефазификации (построения четких аналогов нечетких чисел) переменных по наиболее распространенному методу Центра тяжести (ЦТ):

$$\hat{X} = \text{ЦТ}(\tilde{X}) = \varphi(\mu) = \frac{\sum x\mu}{\sum \mu}, \quad (1.3)$$

что позволяет рассматривать функцию нечеткой свертки в дефазифицированной форме:

$$\hat{X} = \text{ЦТ}(\tilde{X}) = \varphi\left(f_i\left(\varphi(\tilde{X}_1), \varphi(\tilde{X}_2)\right)\right) = f_i(\hat{X}_1, \hat{X}_2). \quad (1.4)$$

Для большей наглядности функции нечеткой свертки вычисляются по уравнениям кусочно-гладких проекций изопрайс (дифференцируемых функций — линий одинаковой цены $\hat{X}_C$):

$$\hat{X}_C = \varphi(\mu_1, \mu_2) = f_i(\hat{X}_1, \hat{X}_2). \quad (1.5)$$

Приведенные отношения (1.1)–(1.5), более подробно раскрываемые в последующих разделах монографии, позволяют строить эффективные программные комплексы для моделирования предпочтений и принятия решений в организационных системах в качестве инновационной технологии анализа и синтеза оптимальных управлений. При этом в силу известной широты предметной области менеджмента следует ожидать диверсификации классов моделей с одновременным сужением их тиражируемости, вплоть до эксклюзивности, обозначающей здесь уникальность и неповторимость объектов. В таких условиях разработка прикладных моделей может стать непозволительной роскошью, если этот процесс не поддерживать эффективной технологией.

1.4. Технология диверсификации моделей и методов управления совместной деятельностью людей

Моделирование предпочтения субъекта, принимающего решение, ранжирование множества вариантов решения, обоснование перспективных направлений их развития отличаются новыми возможностями (рис. 1.7):

- независимым выражением суждений экспертов;
- ориентацией на сформулированные заказчиком приоритетные направления в интересующей его предметной области;
- ограничением манипулирования вариантами принятия решения;
- интерпретацией сложившегося ранжированного ряда объектов сопоставления с указанием перспективных направлений развития альтернативных вариантов для изменения имеющего место отношения порядка между ними.

Указанные свойства новых инструментальных средств менеджмента позволяют избежать потери в виде упущенной

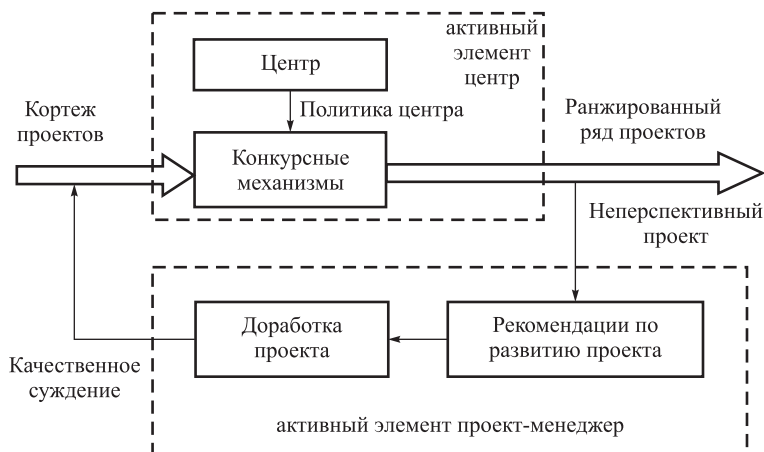


Рис. 1.7. Система управления процессами разработки проектов

экономической выгоды, связанной с принятием неоптимальных решений, присущих известным технологиям вследствие неэффективного использования ими экспертной информации, игнорирования приоритетных направлений развития экономических субъектов, принципиальной возможности манипулирования результатами экспертизы и отказа от полномасштабного анализа альтернативных вариантов.

Возможные области применения программных продуктов данного класса начинают стремительно расширяться.

1. Принятие конкурсных решений:

- на множестве альтернативных проектов различного назначения;
- на этапе выбора подрядных организаций, управляющих компаний и производителей востребованной продукции;
- на конкурсах любой специализации;
- при назначении претендентов на вакантные места в организациях и на производстве;
- среди абитуриентов образовательных учреждений и др.

2. Обслуживание банков и инвестиционных компаний:

- поддержка принятия решений о кредитовании физических и юридических лиц;

- управление портфелями активов (объектов недвижимости);
- управление рисками;
- управление распродажей строящегося и готового жилья (ипотекой) и др.

3. Обслуживание сферы ЖКХ:

- управление капитализацией объектов ЖКХ;
- поддержка принятия решений в кондоминиумах;
- сайтовый консалтинг участников рынка недвижимости и др.

4. Научно-методическое обеспечение региона и предприятий (организаций):

- моделирование социально-экономического развития региона и его структурных элементов;
- моделирование динамики социальных процессов;
- прогнозирование критических ситуаций на рынках;
- обоснование технических заданий на разработку конкурентоспособной продукции;
- разработка инструмента реализации принятой стратегии кадастрового оценивания земли;
- поддержка процессов диагностирования в медицине и др.

5. Инновационные технологии в образовании:

- формирование системы оценки качества образовательных услуг;
- управление образовательным процессом при дистанционной форме обучения;
- подготовка специалистов в сфере предлагаемых программных продуктов и др.

Потенциальные потребители производимых программных продуктов находятся на конкретном уровне мирового хозяйства (микро-, мезо-, макро- и мегаэкономики), в муниципальных, государственных, негосударственных и международных организациях различного назначения, в органах управления, в министерствах, ведомствах и подчиненных им организациях, в органах юрисдикции, в юридических и адвокатских консультациях, в судах,

в правоохранительных органах, в экономических, банковских, налоговых учреждениях, в учебных заведениях, в общественных организациях, в ассоциациях и объединениях, на предприятиях различной организационно-правовой формы, в органах охраны природы, распределения природных ресурсов и энергоносителей, в различных отраслях хозяйства страны или региона.

В то же время общая характеристика программных продуктов данного класса сводится к следующему.

1. Продукт отличается высокой наукоемкостью, поскольку производится по специально разрабатываемым методикам для каждой области применения с учетом предпочтений каждого заказчика.

2. Его использование оправдано, в первую очередь, там, где невозможно обойтись без обработки единственно доступной экспертной информации.

3. Целесообразно систематическое сопровождение внедренного продукта высококвалифицированными специалистами.

4. Затраты на производство и эксплуатацию программных продуктов данного класса охватывают расширение инструментальной базы технологии, разработку программной продукции на выделенных вычислительных средствах, маркетинг и подготовку потенциальных пользователей — специалистов в сфере предлагаемых программных продуктов.

Разрешение сложившегося противоречия обнаруживается в разработке специальной технологии, получившей рабочее название «Декон-изопрайс», интерпретация которого станет понятна из последующего материала. Основная задача созданной технологии заключается в развитии совокупности методов поддержки принятия решений в области управления социально-экономическими проектами (менеджмента) на основе моделирования предпочтений всех участников организационной системы (области ответственности ЛПР), научного их описания и программного сопровождения.

Научная задача создаваемой технологии современного менеджмента — обоснование способов перехода от качественных форм суждений к количественным формам и на этой основе — от концептуальных моделей менеджмента к математическим моделям (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Структура научной технологии

Эксклюзивный, часто закрытый для широкой общественности характер прикладных задач технологии обусловил ряд дополнительных требований к использующему ее персоналу, а именно: такие специалисты должны сочетать понимание интересов своей фирмы и возможностей предлагаемой технологии.

На протяжении развития концепции систем поддержки принятия решений (СППР) и их внедрения акцент ставился по очереди на каждый из трех элементов: решение, поддержку решения и систему, обеспечивающую эту поддержку.

Решение относится к функциональным и аналитическим аспектам, к критериям выбора. Поддержка относится к обеспечению необходимыми инструментами, к описанию способов действий ЛПР в качестве оказываемой ему помощи. Система относится к технологии всего процесса, к возможностям, предоставляемым ЛПР.

СППР в ближайшем будущем должны развиваться гармонично, сочетая нормативный подход с технологиями экспертных систем и акцентируя внимание на понимании способов выработки решения специалистами, чтобы, используя знания экспертов, осуществить переход от обработки данных к технологии знаний [1].

СППР должны будут включать перечисленные возможности, тем более что техническая база, компьютерные сети и распределенные базы данных уже имеются и используются в большинстве организаций.

Раздел 2

РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕХАНИЗМОВ КОМПЛЕКСНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

2.1. Обоснование направлений совершенствования механизмов комплексного оценивания

При решении ряда прикладных задач возникает проблема, связанная с методами формирования комплексной оценки сложных объектов, описываемых несколькими гетерогенными критериями. В последнее время наряду с линейными свертками большую популярность завоевывают методы, разработанные на основе построения иерархической структуры (дерева) критериев с матрицами свертки, помещаемыми на место его вершин. Такой подход позволяет обеспечивать необходимую объективность процедуры экспертного наполнения этих математических объектов и иметь возможность наблюдать за влиянием динамики отдельных факторов на итоговую оценку.

В современных механизмах комплексного оценивания на дереве комплексного оценивания рассматривается процедура транзитивного замыкания, устанавливающая матрицу свертки для пары предшествующих критериев при фиксированных значениях остальных в ранге заключительной, что позволяет анализировать непосредственное влияние этой пары на итоговую оценку и дать характеристику несимметричности матриц свертки, которая дает возможность ранжировать экспертные варианты ее заполнения и формировать специальную функцию, соответствующую условиям использования известного механизма активной экспертизы [4, 5].

Необходимость вычисления транзитивных замыканий на деревьях комплексного оценивания возникает в тех случаях, когда ставится задача анализа влияния отдельных частных критериев на итоговую оценку системы в целом.

Предположим, что требуется оценить уровень инновационного развития некоторого предприятия (критерий X), который определяется уровнем технического развития (критерий $X1$) и уровнем социального развития (критерий $X2$). Уровень технического развития, в свою очередь, определяется индексами промышленного производства (критерий $X11$) и себестоимости (критерий $(X12)$), а уровень социального развития — индексами заработной платы (критерий $X21$) и производительности труда (критерий $X22$); значения оценок по каждому критерию могут принимать конечное число значений: 1 — «плохо»; 2 — «удовлетворительно»; 3 — «хорошо»; 4 — «отлично».

Решение задачи выбора оптимального варианта инновационного развития фирмы требует определения области допустимых значений ее характеристик, интерпретируемой как область устойчивости показателей уровня инновационного развития предприятия, имеющая границу (на рис. 2.1 выделено жирным).

Область устойчивости S_{oy} строится как подмножество элементов матрицы свертки, расположенных компактно (связно), поскольку $m_{(i+1)j} > m_{ij}$, $m_{i(j+1)} > m_{ij}$, и обладающих особым свойством относительно заданного уровня показателя $X_{\min}$:

$$(\forall m_{ij}^x \in S_{oy}) P(m_{ij}^x \geq X_{\min}). \quad (2.1)$$

Граница области устойчивости (Γ_y) $S_{\Gamma_y} \subseteq S_{oy}$ отличается строгой формой отношения (2.1) и дополнительными ограничениями на «нерасплывчатость»:

$$(\forall m_{ij}^x \in S_{oy}, i \rightarrow \min, j \rightarrow \min) P(m_{ij}^x = X_{\min}). \quad (2.2)$$

Варианты определения перспективных направлений повышения уровня инновационного развития на основе использования частных критериев становятся нагляднее с переходом от исходных матриц свертки $X(X1(X11, X12), X2(X21, X22))$

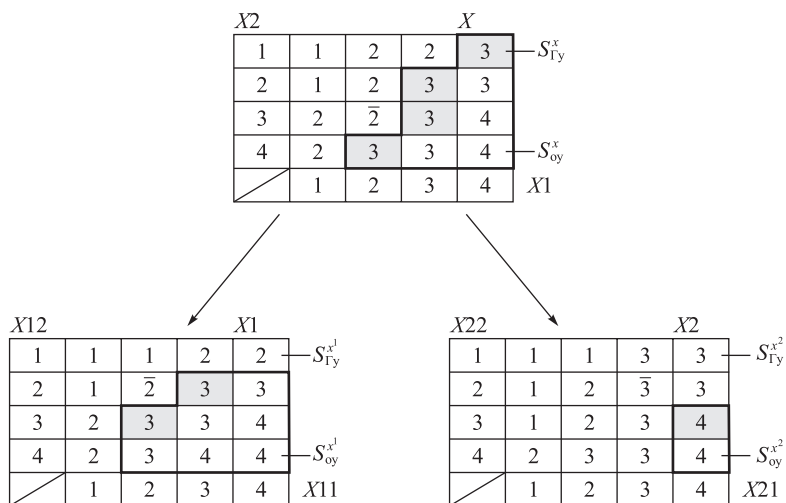


Рис. 2.1. Области решения задачи синтеза вариантов инновационного развития предприятия в обычной интерпретации

к матрицам транзитивных отношений с использованием алгебраической операции преобразования (рис. 2.2):

к матрице $X(X11, X12)$ при $X2 = i^* = \text{const}$ (рис. 2.2, а, $X2 = 3$)

$$m_i^x(X11, X12) = m_i^{X1} \left(\begin{matrix} 1234 \\ m_i^x \end{matrix} \right), i^* \in \overline{1, 4}, \quad (2.3)$$

к матрице $X(X21, X22)$ при $X1 = j^* = \text{const}$ (рис. 2.2, б, $X1 = 2$)

$$m_j^x(X21, X22) = m_i^{X2} \left(\begin{matrix} 1234 \\ m_j^x \end{matrix} \right), j^* \in \overline{1, 4}. \quad (2.4)$$

Если на маршруте получения итоговой оценки на дереве оценивания встретится несколько вырожденных в строку (столбец) матриц свертки, то в данных выражениях появится композиция преобразований.

Области допустимых решений, представленные на рис. 2.2, информативнее своих аналогов (см. рис. 2.1), поскольку оперируют с итоговыми оценками системы.

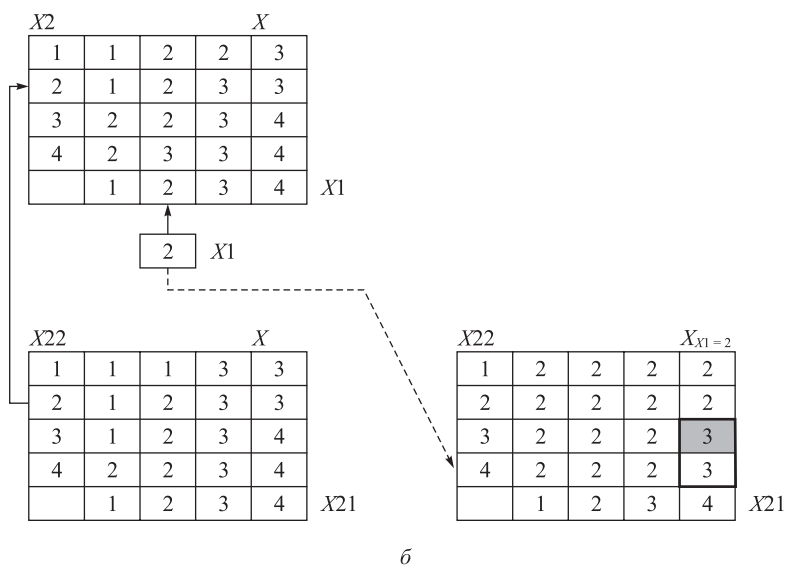
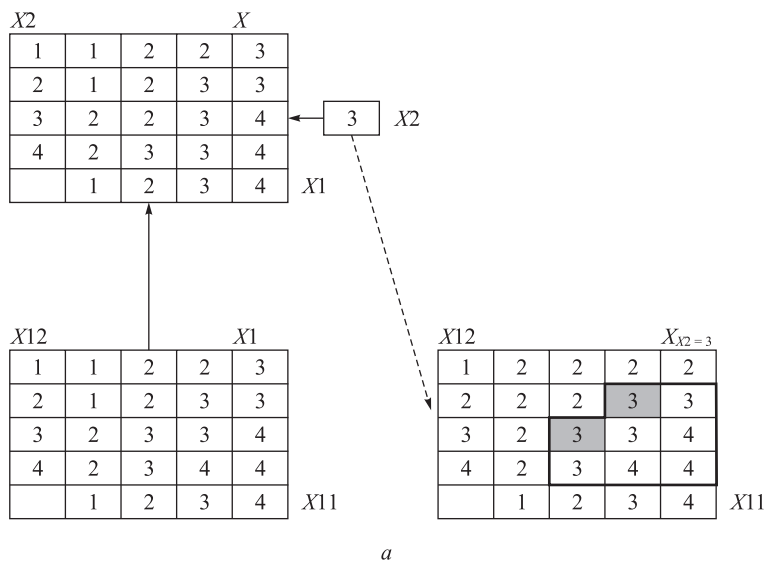


Рис. 2.2. Процедура транзитивного замыкания для уровня развития предприятия: *a* — технического; *б* — социального

Многообразие инновационных решений, отличающихся целями и задачами, требованиями и условиями реализации в динамически меняющейся среде, большим числом потенциальных исполнителей, характеризующихся особыми способностями, требует большого объема информации, необходимой ответственному лицу для выбора наиболее эффективного варианта. Поскольку вся эта информация труднодоступна, возникает необходимость получения нужной информации от специалистов-экспертов. В управлении социально-экономическими системами, в том числе региональными инновационными программами, важную роль играют механизмы экспертизы, то есть механизмы получения и обработки информации от экспертов-специалистов в конкретных областях.

В настоящее время известны десятки механизмов проведения опросов экспертов и обработки их мнений. Наиболее важным аспектом процедур экспертного оценивания является возможность искажения информации экспертами (манипуляция).

В получении необходимой информации о качестве инновационных проектов могут быть непосредственно заинтересованы сами эксперты, профессионализм которых обусловлен деятельностью в этой предметной области. Поскольку окончательное решение о выборе инновационного варианта касается их непосредственно, то, скорее всего, каждый из них будет сообщать только выгодную для него самую информацию, т. е. эксперты могут искажать информацию (манипулировать данными) в соответствии с собственными интересами (их поведение становится активным). Поэтому необходим механизм (процедура), способствующий получению от всех экспертов достоверной информации. В ряде случаев создание неманипулируемых (активных) механизмов экспертизы возможно [5, 15].

Пусть $\delta = \{\delta_i; i \in \overline{1, n}\}$ — оценки экспертов, $d \leq \delta_i \leq D$, $r = \{r_i; i \in \overline{1, n}\}$ — их истинные мнения. Обычно используется средняя оценка

$$\pi(\delta) = \frac{1}{h} \sum_{i=1}^n \delta_i, \quad (2.5)$$

допускающая манипулирование путем $\delta_i \rightarrow d$ или $\delta_i \rightarrow D$.

Для некоалиционных игр (эксперты взаимонезависимы) предлагается неманипулируемый механизм экспертизы [13]:

$$\pi(\delta, W) = \max_k \min(\delta_i, W_{i-1}), \quad (2.6)$$

где $W_k = \pi(S(k))$, $k = \overline{0, n}$ — специальная функция, которая принимает значения для случаев крайнего рассогласования мнений экспертов.

$$S(k) = \begin{cases} \text{первые } k \text{ экспертов сообщают } \delta_i = d, \\ (h - k) \text{ последующих} \text{ — } \delta_i = D. \end{cases} \quad (2.7)$$

Обработка экспертных данных (рис. 2.5), о которой эксперты заранее уведомлены, осуществляется путем обязательного их ранжирования. Из приведенного рисунка видно, что, отклоняясь от своего истинного мнения, каждый участник экспертизы удаляется от итоговой оценки, но при этом заинтересован в сообщении достоверной информации, причем итоговая оценка остается такой же, как и в исходном механизме (2.5).

Экспертная чистота заполнения матриц $\|m_{ij}\|$ свертки непосредственно влияет на объективность результатов комплексного оценивания. Качественного изменения механизма экспертизы в случае некоалиционных игр по методологии теории активных систем можно достичь в том случае, если удастся охарактеризовать матрицы свертки одним числом и построить специальную функцию $W(k)$.

Введем характеристику N квадратной матрицы свертки, оценивающую ее несимметричность:

$$N = \sum_{i=1}^{i_{\max}} \sum_{j=1}^{j_{\max}} |(m_{ij} - m_{ji})|, \quad i_{\max} = j_{\max}. \quad (2.8)$$

В этом случае симметричные матрицы

$$\forall (ij) P(m_{ij} = m_{ji}) \quad (2.9)$$

всегда будут характеризоваться числом 0 (будут ли это «либеральные» матрицы, устанавливающие значение критерия по

большему из двух сопоставляемых значений параметров, или «жесткие», не ставящие итоговую оценку выше меньшего из сопоставляемых значений, либо синергетические матрицы, учитывающие превышение суммарного эффекта над любым из участвующих компонентов).

Симметричность матриц свертки свидетельствует о полном равноправии обоих критериев. Для несимметричных относительно главной диагонали матриц свертки

$$\exists (ij)P(m_{ij} \neq m_{ji}) \quad (2.10)$$

характеристика N всегда отлична от нуля. Это означает, что составивший ее эксперт намерен выделить один из двух критериев как доминантный (преобладающий по своей значимости), либо объективно, либо в целях манипуляции. В крайних случаях (рис. 2.3, 2.4) один критерий просто игнорируется, а другой становится монополистом.

X_1					X_2
1	1	1	1	1	
2	2	2	2	2	
3	3	3	3	3	
4	4	4	4	4	
	1	2	3	4	

Рис. 2.3. Матрица свертки при монополии критерия $X_1(N = 10)$

X_1					X_2
1	1	2	3	4	
2	1	2	3	4	
3	1	2	3	4	
4	1	2	3	4	
	1	2	3	4	

Рис. 2.4. Матрица свертки при монополии критерия $X_2(N = 10)$

Для того чтобы различать крайние случаи доминирования того или иного частного критерия, несколько модернизируем характеристику N :

$$N = \frac{1}{2} \left(\sum_{\substack{i=1 \\ i < j}}^{i_{\max}} (m_{ij} - m_{ji}) - \sum_{\substack{i=1 \\ i > j}}^{i_{\max}} (m_{ij} - m_{ji}) \right). \quad (2.11)$$

Тогда в случае, изображенном на рис. 2.3, характеристика несимметричной матрицы свертки примет крайние значения ($N_{\max} = 10$), а в случае, представленном на рис. 2.4,— противо-

положительное ($N_{\min} = -10$) крайнее значение. Это дает возможность построить специальную функцию $W(k)$ для n экспертов в виде

$$W(k) = N_{\max} - \frac{K(N_{\max} - N_{\min})}{n}, \quad (2.12)$$

или для другого случая (см. рис. 2.5) $n = 5$, $N_{\max} = 10$, $N_{\min} = -10$, $W(k) = 10 - 4k$.

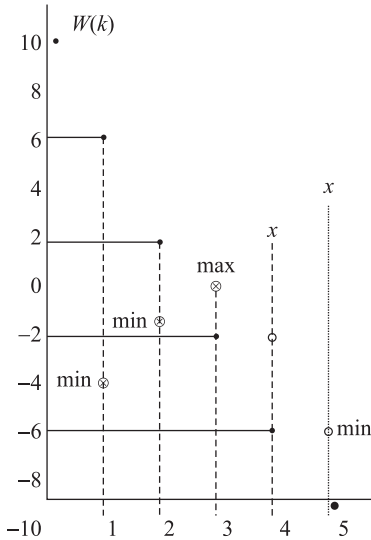


Рис. 2.5. Механизм активной экспертизы для матрицы свертки

Благодаря активной экспертизе матриц свертки и транзитивному замыканию механизм комплексного оценивания позволяет не только получить необходимую объективную оценку, но и ранжировать варианты с помощью различных критериев при принятии инвестиционных решений согласно данным математического моделирования, для которого выбор метода имеет решающее значение. Дальнейшее развитие свойства ранжирования в механизме комплексного оценивания следует связывать с нечетким механизмом свертки матриц на дереве критериев.

2.2. Разработка нечеткого механизма свертки

Различают интервальную (когда известно только множество возможных значений неопределенного параметра), вероятностную (когда помимо допустимого множества значений неопределенного параметра известно его вероятностное распределение и/или какие-либо иные статистические характеристики) и нечеткую (когда помимо допустимого множества значений неопределенного параметра имеется дополнительная нечеткая информация) неопределенность. Использование того или иного способа (метода) устранения неопределенности зависит от имеющейся информации.

Использование нечетких подмножеств имеет большое преимущество, заключающееся в полном освобождении от ложной ассоциации со словом «вероятность». Вероятности связаны со случайностью, игрой случая. Нечеткие же подмножества связаны с расплывчатостью, неопределенностью и, вообще говоря, с субъективностью. Под субъективностью мы понимаем индивидуальную точку зрения или индивидуальное ощущение. В определенном смысле субъективность дает возможность осуществлять упорядочение. Поясним это, опираясь на понятие идеальной точки. Каждая точка в пространстве состояний может быть более или менее удалена от некоторого идеального состояния. Степень этой удаленности мы выражаем как значения функции принадлежности. Говоря о множествах, мы имеем в виду элементы с некоторым общим свойством. Говоря же о нечетких множествах, мы имеем в виду элементы, частично обладающие этим свойством. Например, в пространстве состояний можно определить нечеткое подмножество возможных состояний. Называя состояние «возможным», мы просто имеем в виду, что так о нем судит конкретный индивид. Каждое суждение определяет отдельное нечеткое подмножество.

Преимущества использования понятия нечеткого подмножества — его простота и общность. Нечеткая система — не сложнее детерминированной, но подобное представление дает много больше.

Под нечетким числом $\tilde{x}$ понимается нечеткое представление не вполне определенного четкого числа $\bar{x} \in X$ (объекта представления) в форме, принятой для множеств с нечеткой неопределенностью и описывающей его множеством пар

$$\tilde{x} = \{\mu_{\bar{x}}(x), x\}, \quad (2.13)$$

где $x \in X$, $\mu_{\bar{x}}(x) \in [0, 1]$ — выпуклая функция, то есть

$$y \leq x \leq z \rightarrow \mu_{\bar{x}}(x) \geq \min(\mu_{\bar{x}}(y), \mu_{\bar{x}}(z)). \quad (2.14)$$

Отображение $\mu_{\bar{x}}: X \rightarrow [0, 1]$ называют функцией принадлежности элементов множества X объекту представления $\bar{x}$, а X — базовым множеством. Подмножество $X_{\bar{x}}$ множества X ,

содержащее только те элементы из X , для которых значения функции принадлежности строго больше нуля:

$$(\forall x \in X_{\tilde{x}})P(\mu_{\tilde{x}}(x) > 0), \quad (2.15)$$

называется носителем нечеткого числа $\tilde{x}$. В интересах прикладных задач имеет смысл ограничиться приближенным дискретным конечным представлением нечетких чисел, характеризуемым конечным упорядоченным носителем $X_{\tilde{x}} = \{x_1^{\tilde{x}}, x_2^{\tilde{x}}, \dots, x_n^{\tilde{x}}, \dots, x_N^{\tilde{x}}\}$ с отношением порядка

$$(\forall (n_1, n_2) \in \overline{1, N})P(n_2 > n_1 \rightarrow x_{n_2}^{\tilde{x}} > x_{n_1}^{\tilde{x}}). \quad (2.16)$$

Тогда отображение (2.14) с сохранением всей информации об объекте $\tilde{x}$ упростится: $\mu_{\tilde{x}}: X_{\tilde{x}} \rightarrow [0, 1]$, т. к. $|X_{\tilde{x}}| < |X|$.

Априорно объекты нечеткого представления и собственно соответствующие им нечеткие числа обладают взаимной неоднозначностью, объясняемой различными уровнями информации об объекте, возможными на этапе нечеткого представления, по завершении которого неоднозначность устраняется по образу и подобию параметрической идентификации принятых законов распределения при вероятностной неопределенности, не допускающей, чтобы один и тот же поток событий был описан различными функциями распределения.

Несущим множеством $\tilde{X}$ операций $\sigma \in \Sigma$ нечеткой арифметики $(\tilde{X}, \Sigma)$ определим множество нечетких чисел $\tilde{X}$, являющихся образами (однозначного) отображения множества объектов нечеткого представления $\tilde{x} \in X$:

$$X \rightarrow \tilde{X}: x \in X_{\tilde{x}} \rightarrow \tilde{x} = \mu_{\tilde{x}}(x). \quad (2.17)$$

Очевидно, что нахождение всех образов отображения (2.14) для нечеткой арифметики не обязательно, т. к. в отличие от алгебры арифметика всякий раз имеет дело с фиксированным набором исходных данных, которые по общему для любых наборов правилу преобразуются в искомый результат.

Традиционная (четкая) арифметика обслуживает вычисление разнообразных функций одной или двух переменных, принимающих значения среди четких элементов несущего множе-

ства X . Нечеткая арифметика оперирует переменными, определенными на нечетких элементах несущего множества $\tilde{X}$.

Парадоксальность ситуации, состоящая в описании нечеткого числа $\tilde{x}$ посредством подмножества четких чисел $X_{\tilde{x}}$ из некоторой его окрестности, частично разрешается известными операциями дефазификации $\tilde{X} \rightarrow X$ (приближения к искомому нечеткому числу) — определением четкого числа, например, методом ЦТ — нахождения центра тяжести.

Задание нечеткого числа может быть реализовано различными способами согласно виду выбираемой функции принадлежности. Основными требованиями в этом вопросе должны быть простота и понятная интерпретируемость процедуры экспертами (оценщиками), не имеющими особой математической подготовки. На взгляд автора, этим требованиям удовлетворяет следующий способ.

1. Предполагается, что нечеткое число $\tilde{x}$ после дефазификации располагается между двумя соседними четкими (целыми) числами со значением, совпадающим с обычным заданием x в виде десятичной дроби. В качестве метода дефазификации выбран известный метод центра тяжести

$$\text{ЦТ}(\tilde{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i x_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i}. \quad (2.18)$$

2. Функция принадлежности $\mu_{\tilde{x}}$ нечеткого числа $\tilde{x}$ задается лишь на двух соседних элементах, представляющих все несущее множество X (значение функции принадлежности для остальных элементов равно нулю). Таким образом, для нечеткого числа $\tilde{x}$, дефазифицируемого в интервал между двумя числами x_i и x_{i+1} , будет иметь место соотношение

$$\text{ЦТ}(\tilde{x}) = \frac{\mu_i x_i + \mu_{i+1} x_{i+1}}{\mu_i + \mu_{i+1}}. \quad (2.19)$$

3. Выставляется обязательное условие

$$\mu_i + \mu_{i+1} = 1. \quad (2.20)$$

Тогда справедливо

$$\text{ЦТ}(\tilde{x}) = \mu_i x_i + \mu_{i+1} x_{i+1} = x. \quad (2.21)$$

Поскольку

$$\mu_i = 1 - \mu_{i+1}, \quad (2.22)$$

то

$$(1 - \mu_{i+1})x_i + \mu_{i+1}x_{i+1} = x, \quad (2.23)$$

откуда

$$x - x_i = \mu_{i+1}(x_{i+1} - x_i) = \mu_{i+1}. \quad (2.24)$$

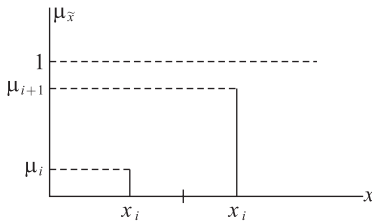


Рис. 2.6. Задание нечеткого числа по дефазифицированному образу

Это означает, что значение функции принадлежности для правого элемента x_{i+1} (рис. 2.6) есть часть дефазифицированного числа после запятой, а для левого (2.22) — дополнение его до единицы. Тогда нечетное число примет вид

$$\tilde{x} = \frac{x_i}{\mu_i} + \frac{x_{i+1}}{x_{i+1}}, \quad (2.25)$$

например, $x = 3,2; \tilde{x} = \frac{3}{0,8} + \frac{4}{0,2}$.

2.3. Методика обоснования вариантов заполнения матриц свертки

Самой серьезной проблемой прикладных задач комплексного оценивания является обоснование вариантов заполнения матриц свертки. Ниже приводится одно из возможных решений этой проблемы, вытекающее из результатов исследования функций свертки нечетких переменных.

Пусть функция свертки $X = f(X_1, X_2)$ дискретных переменных X_1 и X_2 задана в традиционном матричном виде

$$X = \|x_{ij}\|, \text{ где } i, j \in \overline{1, h_{\max}}, \quad (2.26)$$

где $\overline{1, h_{\max}}$ — универсальная целочисленная шкала переменных

$$X_1 = i, X_2 = j, \quad (2.27)$$

$$X = f(X_1, X_2) \in \overline{1, h_{\max}}, \quad (2.28)$$

обычно являющаяся неотъемлемым атрибутом механизмов комплексного оценивания.

Для приведения матрицы $\|x_{ij}\|$ к шкале нечетких аргументов $\tilde{X}_1, \tilde{X}_2$ предлагается на первом этапе построить ее область определения в дефазифицированной форме (по методу центра тяжести).

$$\hat{X}_1 = \text{ЦТ}(\tilde{X}_1), \hat{X}_2 = \text{ЦТ}(\tilde{X}_2), \quad (2.29)$$

а именно:

$$\hat{X}_1 \times \hat{X}_2 = [1, h_{\max}] \cdot [1, h_{\max}]. \quad (2.30)$$

Полученная область (2.30) естественным образом разбивается на $(h_{\max} - 1)^2$ подобластей. Значения функции (матрицы) свертки в произвольной подобласти (i, j) определений

$$[i, i + 1] \cdot [j, j + 1] \quad (2.31)$$

целиком определяется с точностью до константы четверкой целочисленных значений на ее границах (рис. 2.7):

$$(f(i, j), f(i, (j + 1)), f((i + 1), j), f((i + 1), (j + 1))). \quad (2.32)$$

Поскольку для неубывающей (по определению) функции свертки $f(X_1, X_2)$ множество наборов (2.32) ограничено, то имеет смысл определить вид функции свертки для каждого набора из этого множества при нечетких значениях аргумента:

$$\hat{f}(\tilde{X}_1, \tilde{X}_2) = \hat{f}(\hat{X}_1, \hat{X}_2), \hat{X}_1 \in [i, i + 1], \hat{X}_2 \in [j, j + 1]. \quad (2.33)$$

Очевидно, что данную процедуру проще выполнить для первой подобласти, начинающейся с точки $(i = 1, j = 1) = (1, 1)$,

а полученный результат перенести в необходимую подобласть (i, j) с поправкой

$$\hat{f}_{(i,j)}(\hat{X}_1, \hat{X}_2) = f(i, j) - 1 + \hat{f}_{(1,1)}(\hat{X}_1, \hat{X}_2), \quad (2.34)$$

где функция свертки $\hat{f}_{(1,1)}(\hat{X}_1, \hat{X}_2)$ есть стандартная функция, численная для первой подобласти определения.

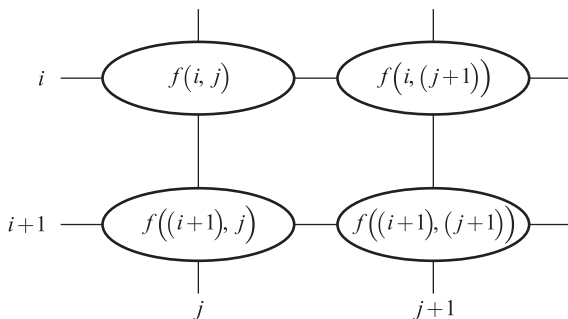


Рис. 2.7. Произвольная подобласть определения функции свертки

Перечислим множество допустимых наборов (2.32), устанавливающее возможный вид функции свертки в подобласти $(1,1)$ при условии отсутствия «резких» (более чем на единицу) скачков вправо-вниз (рис. 2.8, *a–e*, табл. 2.1).

а) $f_0: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 1, f(2,1) = 1, f(2,2) = 1), \quad (2.35)$

б) $f_1: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 1, f(2,1) = 1, f(2,2) = 2), \quad (2.36)$

в) $f_2: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 2, f(2,1) = 1, f(2,2) = 2), \quad (2.37)$

г) $f_3: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 1, f(2,1) = 2, f(2,2) = 2), \quad (2.38)$

д) $f_4: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 2, f(2,1) = 2, f(2,2) = 2), \quad (2.39)$

е) $f_5: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 2, f(2,1) = 2, f(2,2) = 3). \quad (2.40)$

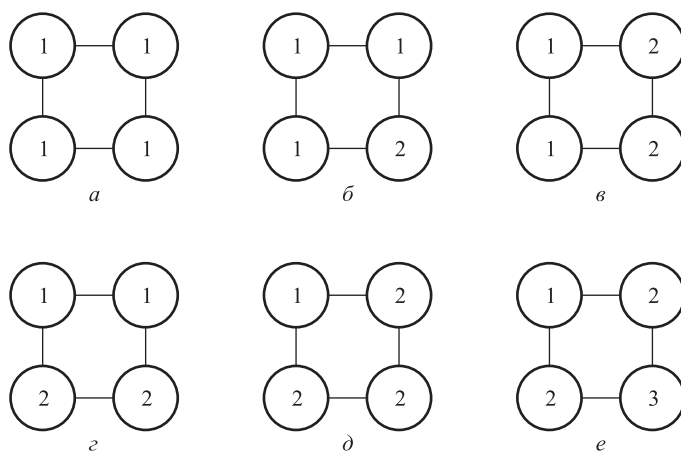


Рис. 2.8. Множество допустимых вариантов области определения функции свертки в первой подобласти

Т а б л и ц а 2 . 1

Области определения стандартных функций свертки

Варианты	$f(1,1)$	$f(1,2)$	$f(2,1)$	$f(2,2)$
а	1	1	1	1
б	1	1	1	2
в	1	2	1	2
г	1	1	2	2
д	1	2	2	2
е	1	2	2	3

Определим вид функции свертки в перечисленных подобластях определения (2.35)–(2.40). В качестве методики вычисления функции свертки нечетких переменных $\tilde{X}_1, \tilde{X}_2$ примем известный принцип обобщения на процедуру агрегирования, использованный Д. А. Новиковым в выражении

$$\mu_{\tilde{X}}(x) = \sup_{\{(x_1, x_2) / f(x_1, x_2) = x\}} \min \{ \mu_{\tilde{X}_1}(x_1), \mu_{\tilde{X}_2}(x_2) \}. \quad (2.41)$$

В общем виде методика определения вида функции свертки в заданной подобласти выглядит следующим образом.

Переменные в нечетком виде можно обозначить:

$$\tilde{X}_1 = \frac{1}{1 - \mu_1} + \frac{2}{\mu_1}, \quad (2.42)$$

$$\tilde{X}_2 = \frac{1}{1 - \mu_2} + \frac{2}{\mu_2}. \quad (2.43)$$

В общем случае согласно (2.41)

$$\begin{aligned} \tilde{X} = f(\tilde{X}_1, \tilde{X}_2) = & \frac{f(1,1)}{\min((1 - \mu_1), (1 - \mu_2))} + \\ & + \frac{f(1,2)}{\min((1 - \mu_1), \mu_2)} + \frac{f(2,1)}{\min(\mu_1, (1 - \mu_2))} + \\ & + \frac{f(2,2)}{\min(\mu_1, \mu_2)}. \end{aligned} \quad (2.44)$$

Для получения уравнения линии одинаковых значений функции свертки, которую назовем изопрайсой, зафиксируем ее произвольное значение:

$$\hat{X} = \hat{X}_c. \quad (2.45)$$

В качестве иллюстрации приведём уравнение изопрайсы для конкретного выражения типа (2.44) из прил. 1 (см. первую часть формулы (65)):

$$\begin{aligned} \frac{1 - \mu_1 + 2\mu_2}{1 - \mu_1 + \mu_2} &= \hat{X}_c, \quad 1 \leq \hat{X}_c \leq \frac{3}{2}, \\ 1 - \mu_1 + 2\mu_2 &= (1 - \mu_1)\hat{X}_c + \mu_2\hat{X}_c, \\ (1 - \mu_1)(1 - \hat{X}_c) + \mu_2(2 - \hat{X}_c) &= 0. \end{aligned} \quad (2.46)$$

Откуда

$$\begin{aligned} \mu_2 &= \frac{(1 - \mu_1)(\hat{X}_c - 1)}{2 - \hat{X}_c}, \quad 1 \leq \hat{X}_c \leq \frac{3}{2}, \\ 0 \leq \mu_1 &\leq 0,5, \quad 0 \leq \mu_2 \leq 0,5. \end{aligned} \quad (2.47)$$

$$\mu_2 = \frac{(\hat{X}_c - 1)}{2 - \hat{X}_c} - \mu_1 \frac{(\hat{X}_c - 1)}{2 - \hat{X}_c}. \quad (2.48)$$

Вторая часть выражения (65) в прил. 1 приводит к уравнению изопрайс в следующем виде:

$$\mu_1 + 2\mu_2 = \hat{X}_c (\mu_1 + \mu_2), \quad (2.49)$$

откуда получаем выражение

$$\mu_2 = \mu_1 \frac{\hat{X}_c - 1}{2 - \hat{X}_c}. \quad (2.50)$$

Методика и результаты исследования стандартных функций свертки f_0 – f_5 нечетких переменных подробно рассмотрены в прил. 1.

Раздел 3

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ

3.1. Научно-методический аппарат конструирования матриц свёртки деревьев комплексного оценивания

Построенным стандартным функциям свертки f_0 – f_5 можно дать содержательную интерпретацию:

f_0 — рост любого из двух частных критериев не вызывает увеличение комплексной оценки;

f_1 — равномерный рост частных критериев обеспечивает *умеренный* рост комплексной оценки с эффектом «ожидания» более развитым критерием менее развитого;

f_4 — аналогичен f_1 , но отличается *быстрым* ростом вместо умеренного;

f_5 — аналогичен f_4 , отличаясь *стремительным* ростом комплексной оценки;

f_2 — монополия второго (правого) частного критерия;

f_3 — монополия первого (левого) частного критерия.

Совокупность стандартных функций f_0 – f_5 представляет собой функциональную систему, которая для каждой «правильной» матрицы свертки образует композицию. Данная функциональная система как инструмент построения основных объектов механизмов комплексного оценивания нуждается в уточнении ряда понятий, определений и формализмов.

Матрицы свертки будем считать «правильными» (каноническими), если они обладают следующими свойствами:

1) множество значений канонической матрицы свертки $\|x_{ij}\|$ покрывает всю область значений $1, h_{\max}$ (отображение сюръективно);

2) в силу общих для свойств всех матриц свертки для канонических матриц однозначно определены первый ($x_{11} = 1$) и последний ($x_{h_{\max}h_{\max}} = h_{\max}$) элементы. Для случая $h_{\max} = 4$ имеет место отношение $x_{44} = 4$;

3) разность между значениями двух соседних в строке или столбце элементов не превышает единицы:

$$0 \leq x_{i(j+1)} - x_{ij} \leq 1, \quad 0 \leq x_{(i+1)j} - x_{ij} \leq 1, \quad (3.1)$$

а по диагонали — двух единиц:

$$0 \leq x_{(i+1)(j+1)} - x_{ij} \leq 2. \quad (3.2)$$

Для того чтобы ослабить требования к математической подготовке экспертов, привлекаемых для профессионально ориентированной разработки матриц свертки, предлагается процедуру их синтеза перенести в область содержательной интерпретации наполнения упомянутых матриц. Это можно реализовать в форме составления некоторой таблицы размера $(h_{\max} - 1) \times (h_{\max} - 1)$. Строки этой таблицы (рис. 3.1) образуют последовательность из $h_{\max} - 1$ качественных состояний одного частного критерия, а столбцы — второго из сворачиваемых критериев. При $h_{\max} = 4$ это могут быть характеристики: малые значения (м), средние (с) и большие (б).

X_1	m_1	$f_0 - f_5$	$f_0 - f_5$	$f_0 - f_5$
	c_1	$f_0 - f_5$	$f_0 - f_5$	$f_0 - f_5$
	b_1	$f_0 - f_5$	$f_0 - f_5$	$f_0 - f_5$
	m_2	c_2	c_2	
	X_2			

Рис. 3.1. Таблица синтеза механизма свертки экспертом без специальной математической подготовки

Для каждого элемента таблицы (см. рис. 3.1) контекстно у эксперта может формироваться определенное мнение относительно предпочтительного варианта свертки: $f_0 - f_5$. Возможные интерпретации принятия решения следующие:

- m_1, m_2 — игнорирование (пренебрежение, незаинтересованность в этих значениях) частных критериев (f_0), поощрение одного из них (f_2, f_3) или обоих в различной степени (f_1, f_4, f_5);
- c_1, c_2, b_1, b_2 — те же соображения, касающиеся средних и больших значений обоих параметров соответственно;
- $X_1 > X_2 (X_2 > X_1)$ — недопущение чрезмерного развития одного критерия по отношению к другому (f_0), выравнивание уровня развития критериев ($f_2(f_3)$) или углубление различий ($f_3(f_2)$), поощрение в различной степени неравномерного их развития (f_1, f_4, f_5).

Из приведенных рассуждений видно, что у эксперта имеются широкий спектр управления свойствами процедуры свертки. Однако в силу введенных признаков каноничности матриц свертки не все теоретически возможные пожелания экспертов реализуемы в рамках этих ограничений.

Можно предложить достаточно легко алгоритмизируемую семантическую процедуру для поддержки принятия экспертных решений данного класса.

1. Экспертом заполняется семантическая таблица (см. рис. 3.1), то есть $\|f_{ij}\|, f_{ij} \in \overline{f_0, f_5}$.

2. Элементы таблицы $f_{ij}, i, j \in \overline{0, h_{\max} - 1}$ ранжируются по важности их роли в данном фрагменте комплексного оценивания.

3. Производится упорядоченное ранжированной очередью заполнение таблицы (см. рис. 3.1) до тех пор, пока это реализуемо.

Очевидно, что замыкающая часть очереди при этом может быть заменена иными вынужденными решениями, с которыми эксперт может смириться либо повторить процедуру с начала.

Пример синтеза матрицы свертки в соответствии с данной процедурой проиллюстрирован на рис. 3.2.

Здесь желаемая таблица (I) предполагает ранжирование своих элементов:

$$\begin{aligned} f_{11} = f_0, f_{22} = f_5, f_{33} = f_2, f_{21} = f_3, \\ f_{12} = f_1, f_{32} = f_4, f_{23} = f_4, f_{31} = f_0, f_{13} = f_4. \end{aligned}$$

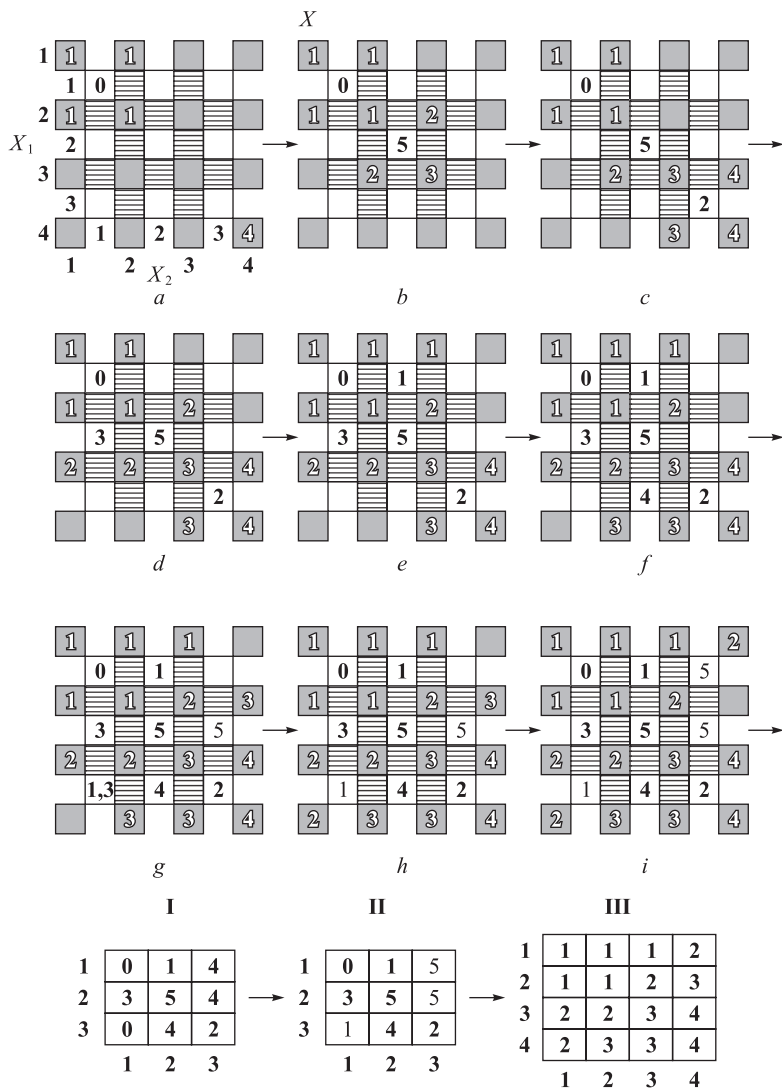


Рис. 3.2. Синтез матрицы свертки по принципу ранжирования локальных вариантов

Этапы вывода понятны из последовательности совмещенных матриц $a-i$ заполнения таблицы (II) с учетом реальных обстоятельств, начиная с элемента $f_{23} = f_4$, который приходится заменять на $f_{23} = f_4$ (выделено жирным шрифтом) и т. д.

Таблица III на рис. 3.2 представляет собой матрицу свертки как результат вывода, несколько отличающийся от желаемого, но по второстепенным для эксперта признакам. Модификация данной процедуры (рис. 3.3) предполагает оперативное принятие локальных решений на каждом шаге вывода. При этом еще не заполненные элементы таблицы отображают допустимые варианты заполнения.

Алгоритмическая поддержка описанных процедур синтеза матриц свертки нуждается в решении задачи идентификации допустимых вариантов свертки каждой подобласти определения на произвольном шаге вывода. Это можно осуществить, используя следующую модель.

Придадим ориентированность произвольной подобласти определения матрицы свертки, полагая ее свойство неубываемости направленным вправо и вниз (рис. 3.4), а области значений — четверкой, упорядоченной по направлению часовой стрелки:

$$\begin{aligned} (x_1, x_2, x_3, x_4) = \\ = (X(ij), X(i(j+1)), X((i+1)(j+1)), X((i+1)j)). \end{aligned} \quad (3.3)$$

Тогда стандартные функции подобластей свертки опишутся четверками вида $(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3, \bar{x}_4)$:

$$\begin{aligned} f_0 = (1,1,1,1), \quad f_1 = (1,1,2,1), \quad f_2 = (1,2,2,1), \\ f_3 = (1,1,2,2), \quad f_4 = (1,2,2,2), \quad f_5 = (1,2,3,3), \end{aligned} \quad (3.4)$$

отличаясь от контекстных подобластей свертки некоторой постоянной составляющей x_0 :

$$(x_1, x_2, x_3, x_4) = (x_0 + \bar{x}_1, x_0 + \bar{x}_2, x_0 + \bar{x}_3, x_0 + \bar{x}_4). \quad (3.5)$$

Процедура идентификации допустимых стандартных функций для частично заданной подобласти сводится к ее сопоставлению с каждой из стандартных функций f_0-f_5 по критерию реа-

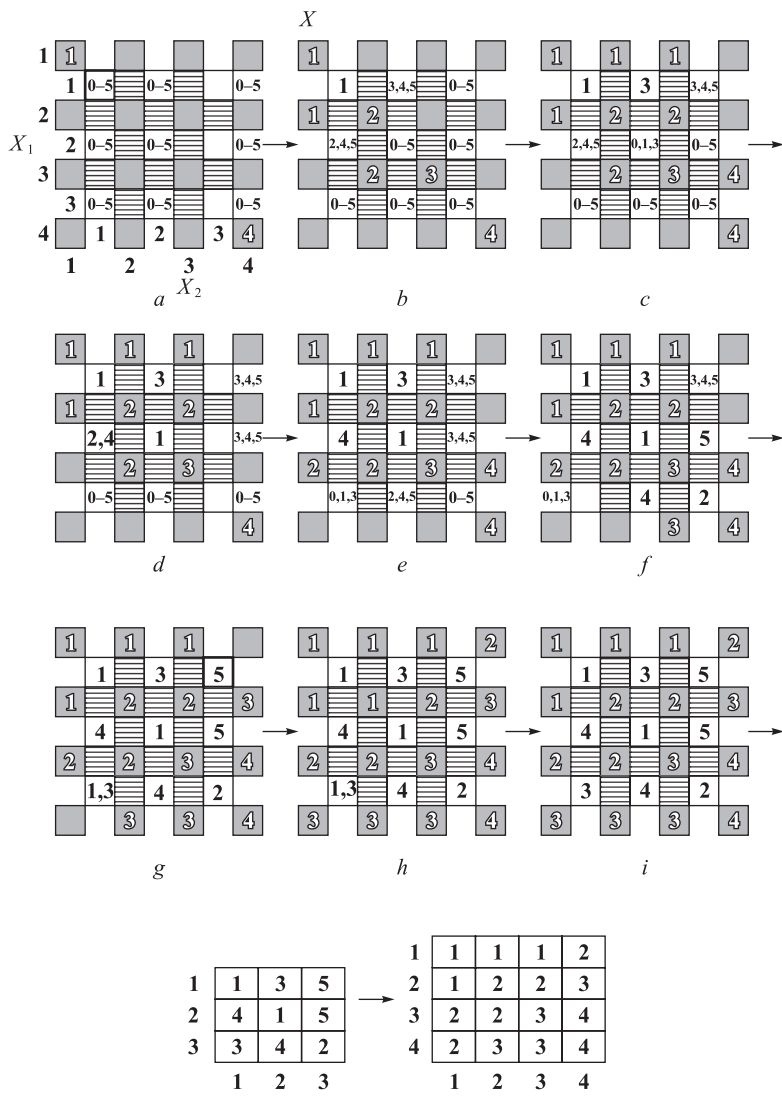


Рис. 3.3. Синтез матрицы свёртки методом оперативного принятия локальных решений

лизуемости: определенные (известные) элементы четверки анализируемой подобласти должны отличаться от тех же элементов стандартной функции на одну и ту же величину x_0 :

$$x_k - \bar{x}_k = x_0 = \text{const.} \quad (3.6)$$

В случае реализуемости неизвестные элементы вычисляются по отношению (3.5).

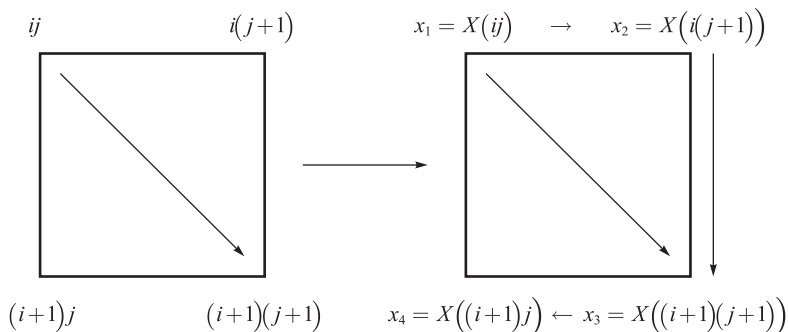


Рис. 3.4. Ориентация подобласти определения и значений матрицы свертки

Полученные результаты открывают возможности построения эффективных программ поддержки принятия экспертных решений специалистов без специальной математической подготовки либо на основе ее минимального уровня, что составляет содержание третьей (заключительной) части диссертационной работы.

3.2. Процедуры построения механизмов комплексного оценивания

Процедура комплексного оценивания может быть использована для решения двух типов задач, которые не исключают определенного взаимопроникновения:

- обоснование перспективных, в некотором роде оптимальных направлений развития объекта оценивания;
- ранжирование, сопоставление нескольких однородных объектов (однородность позволяет использовать для этих целей один и тот же механизм комплексного оценивания).

Для каждого типа задач необходимо разработать свою методику конструирования матриц свертки сообразно принятым стратегиям оценивания.

Рассмотрим особенности конструирования механизмов комплексного оценивания как инструмента решения задач *первого класса*. Здесь речь идет об управлении «траекториями» развития объекта в пространстве частных критериев.

Пронумеруем подобласти таблицы (см. рис. 3.1) частично упорядоченной последовательностью номеров I–IX (рис. 3.5), позволяющей перечислить множество допустимых траекторий по критерию неубывания частных критериев (3.7).

$$\begin{array}{|c|c|} \hline I < ((III, IV) < II), & III < (VI, II) < VIII, \\ \hline IV < ((II, VII) < IX), & II < (VIII, IX) < V \\ \hline \end{array} \quad (3.7)$$

m_1	I	IV	VII
c_1	III	II	IX
b_1	VI	VIII	V
	m_2	c_2	b_2

Рис. 3.5. Частично упорядоченная нумерация подобластей определения по критерию неубывания частных критериев

Тогда механизм допустимых траекторий развития объекта можно представить частично упорядоченным кортежем, что интерпретируется направленным графом (рис. 3.6), все пути в котором есть искомые траектории развития объекта по подобластям определения.

Отсюда следует девять допустимых траекторий развития объекта ℓ_1 – ℓ_9 , которые группируются по следующим признакам.

Траектория равномерного развития частных критериев:

$$\ell_1 = I(X_1, X_2) \circ II(X_1, X_2) \circ V(X_1, X_2). \quad (3.8)$$

Траектории с первоначальным приоритетом одного критерия:

$$\ell_2 = I(X_1) \circ III(X_1) \circ VI(X_2) \circ VIII(X_2) \circ V, \quad (3.9)$$

$$\ell_3 = I(X_2) \circ IV(X_2) \circ VII(X_1) \circ IX(X_1) \circ V, \quad (3.10)$$

$$\ell_4 = I(X_1) \circ III(X_1, X_2) \circ VIII(X_2) \circ V, \quad (3.11)$$

$$\ell_5 = I(X_2) \circ IV(X_1, X_2) \circ IX(X_1) \circ V, \quad (3.12)$$

$$\ell_6 = I(X_1) \circ III(X_2) \circ II(X_1, X_2) \circ V, \quad (3.13)$$

$$\ell_7 = I(X_2) \circ IV(X_1) \circ II(X_1, X_2) \circ V. \quad (3.14)$$

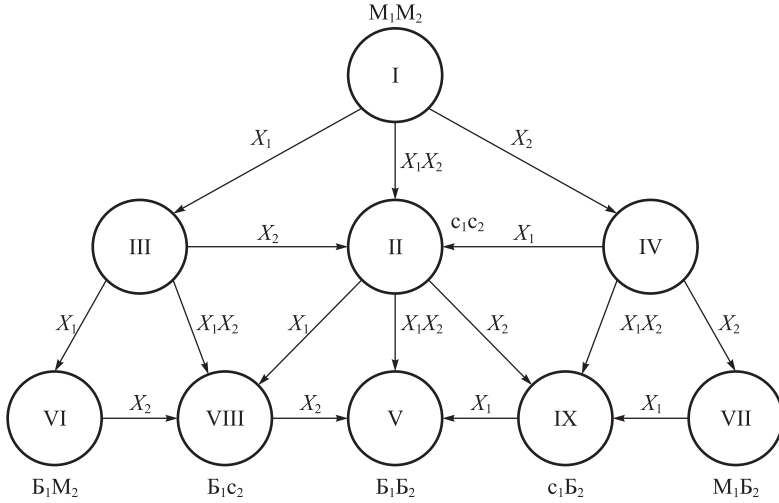


Рис. 3.6. Граф вывода допустимых траекторий развития объекта как путей из вершины I к вершине V

Траектории с последовательным чередованием приоритетов —

$$\ell_8 = I(X_1) \circ III(X_2) \circ II(X_1) \circ VIII(X_2) \circ V, \quad (3.15)$$

$$\ell_9 = I(X_2) \circ IV(X_1) \circ II(X_2) \circ IX(X_1) \circ V. \quad (3.16)$$

Исследуем вопросы синтеза траектории развития ℓ_1 .

Наиболее «спокойный», классический вариант развития по этой траектории представлен на рис. 3.7. Проекция его изопрайса и изометрия представлены на рис. 3.8.

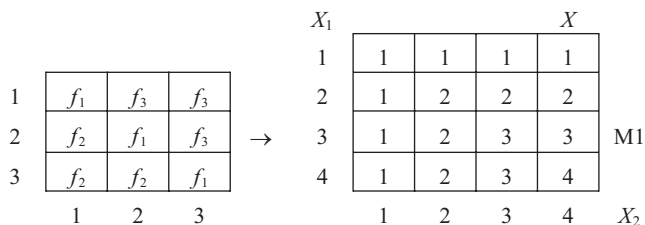


Рис. 3.7. Классический вариант развития комплексного критерия по траектории ℓ_1 матрицей свертки M1

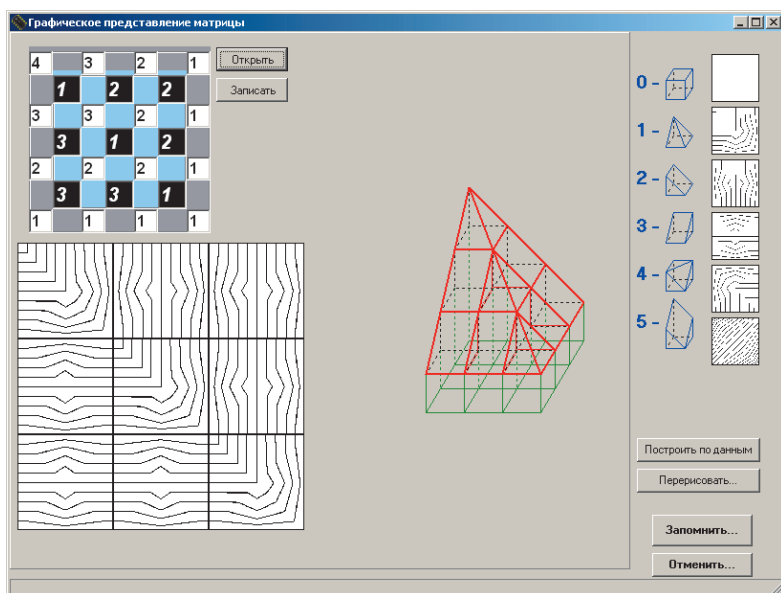


Рис. 3.8. Проекция изопрайс варианта M1 развития (см. рис. 3.7) по траектории ℓ_1

Из рис. 3.8 следует, что синтезированная матрица свертки направляет (стимулирует) равномерное развитие обоих частных критериев, поскольку преимущественное развитие одного из них не стимулируется ростом комплексной оценки. Равномерность развития частных критериев поддерживается функциями умеренного роста комплексной оценки (f_1).

Большую динамику процессов развития можно обеспечить, используя функции ускоренного роста комплексной оценки

(f_4, f_5) , стимулируя при этом области средних (рис. 3.9, 3.10) или больших (рис. 3.11, 3.12) значений частных критериев, но игнорируя развитие в области малых значений.

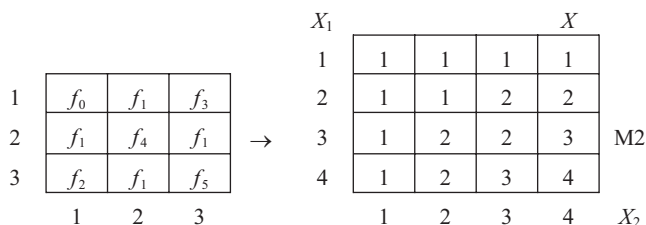


Рис. 3.9. Вариант развития комплексного критерия по траектории ℓ_1 при ускоренном стимулировании больших значений частных критериев и игнорирование малых матрицей M2

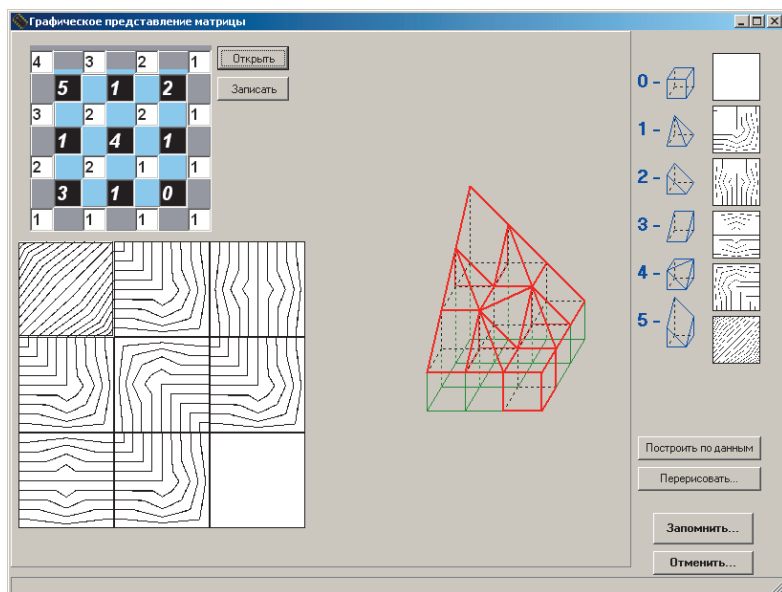


Рис. 3.10. Проекция изопрайс варианта M2 развития (см. рис. 3.9) по траектории ℓ_1

При исследовании вопросов построения траектории развития (ℓ_2, ℓ_3) устанавливаются варианты (рис. 3.13–3.16).

		X_1				X					
1		0	1	3	$\rightarrow$	1	1	1	1	M3	
2		1	5	3		2	1	1	2		2
3		2	2	1		3	1	2	3		3
		1	2	3		4	1	2	3		4
							1	2	3	4	X_2

Рис. 3.11. Вариант развития комплексного критерия по траектории ℓ_1 при ускоренном стимулировании средних значений частных критериев и игнорирование малых матриц МЗ

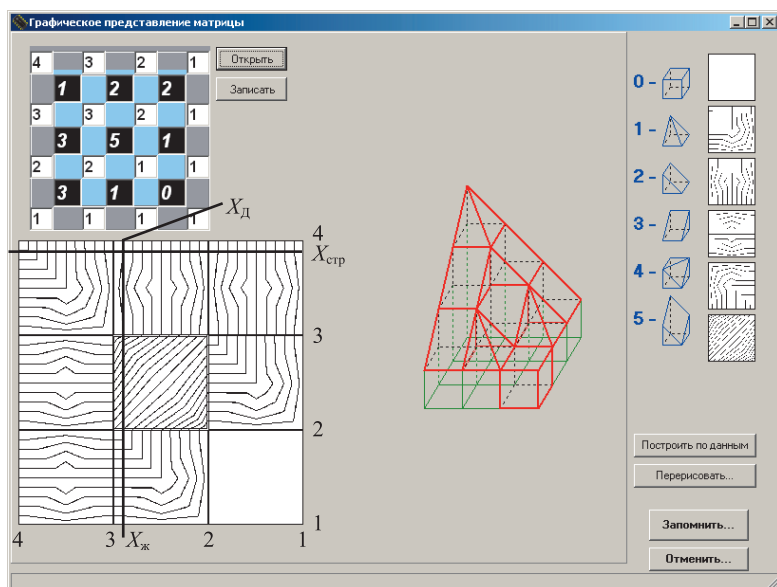


Рис. 3.12. Проекция изопрямых варианта МЗ развития (см. рис. 3.11) по траектории ℓ_1

Таким образом, задачей следующего шага исследования является разработка методики синтеза матриц свертки механизма комплексного оценивания в соответствии с установленной стратегией управления регионом. Механизмы комплексного оценивания как инструмент решения задач сопоставления однород-

ных объектов строятся на основе целенаправленного размещения изопрайс как совокупности точек одинакового значения свертки. Топология свертки при этом может быть как симметричная, так и асимметричная.

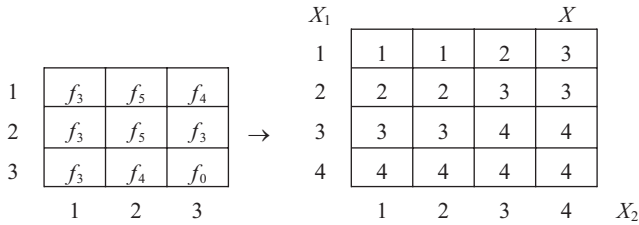


Рис. 3.13. Вариант развития комплексного критерия по траектории ℓ_2 при приоритете частного критерия X_1

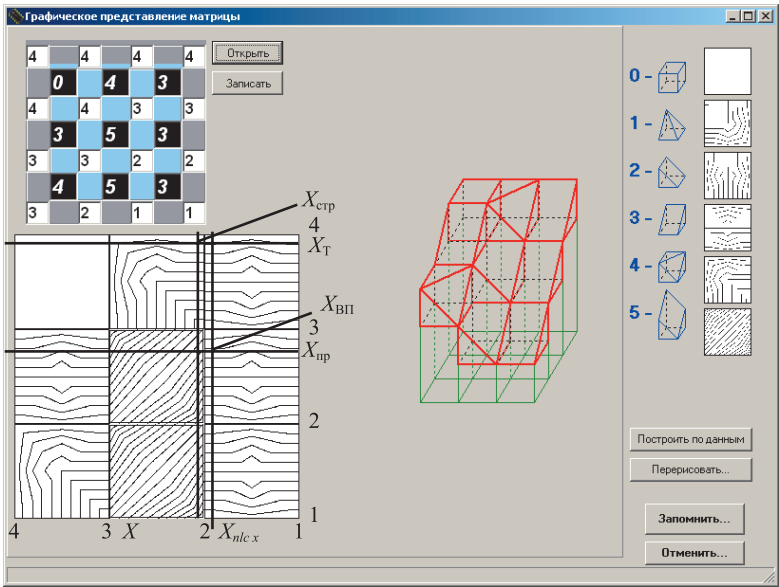


Рис. 3.14. Проекции изопрайс варианта М4 развития (см. рис. 3.13) по траектории ℓ_2

					X_1		X			
					1	1	2	3	4	
1	f_2	f_2	f_2		2	1	2	3	4	
2	f_5	f_5	f_4	$\rightarrow$	3	2	3	4	4	
3	f_4	f_2	f_0		4	3	3	4	4	
	1	2	3			1	2	3	4	X_2

Рис. 3.15. Вариант развития комплексного критерия по траектории ℓ_3 при приоритете частного критерия X_2

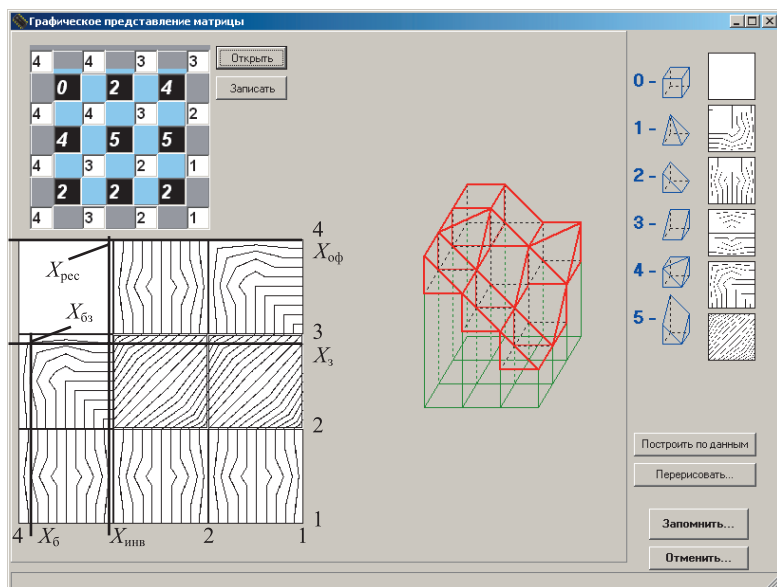


Рис. 3.16. Проекции изопрайс варианта М5 развития (см. рис. 3.15) по траектории ℓ_3

Примеры сверток симметричной топологии

Свертка с приоритетом (поощрением) равномерно развитых частных критериев представлена на рис. 3.7, 3.8:

$$X = X_1 \& X_2. \quad (3.17)$$

Свертка с приоритетом развития любого критерия, получившего по каким-либо причинам среди частных критериев преимущество, представлена на рис. 3.17, 3.18:

$$X = X_1 \vee X_2. \quad (3.18)$$

Свертка с приоритетом значительной и равномерной развитости критериев представлена на рис. 3.19, 3.20, ей соответствует выражение

$$X = (c_1 \| b_1) \& (c_2 \| b_2). \quad (3.19)$$

Свертка с поощрением слабо и значительно развитых критериев представлена на рис. 3.21, 3.22, ей соответствует выражение

$$X = (m_1 \| b_1) \& (m_2 \| b_2). \quad (3.20)$$

Примеры сверток асимметричной топологии

Свертка с приоритетом развитости одного конкретизированного критерия. Инструмент поддержки критерия X_1 представлен на рис. 3.23, 3.24 и имеет смысл

$$X = X_1 \& (c_2 \| b_2), \quad (3.21)$$

а поддержки критерия X_2 — на рис. 3.25, 3.26 с логической интерпретацией

$$X = \& (c_1 \| b_1) \& X_2. \quad (3.22)$$

Банк данных, начало которому положено иллюстрацией возможностей разработанной методики конструирования матриц свертки в деревьях комплексного оценивания обоих назначений: выбора стратегии развития и конкурсного отбора — может быть существенно расширен практикой применения данного подхода. Однако накопленный уже небольшой опыт позволяет сделать некоторые обобщения, формулируемые в качестве рекомендаций по использованию данной методики.

При конструировании матриц свертки для дерева стратегий развития следует придерживаться следующих правил:

- на первом этапе должны быть сформулированы условия стимулирования развития для всех возможных ситуаций, охватывающих каждую подобласть определения матрицы свертки, т. е. учтены все возможные траектории (см. рис. 3.6) в широком диапазоне начальных позиций предполагаемого развития;

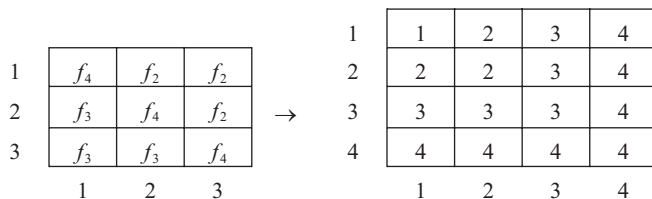


Рис. 3.17. Вариант свертки с приоритетом одного любого из частных критериев, получившего преимущество матрицей М6

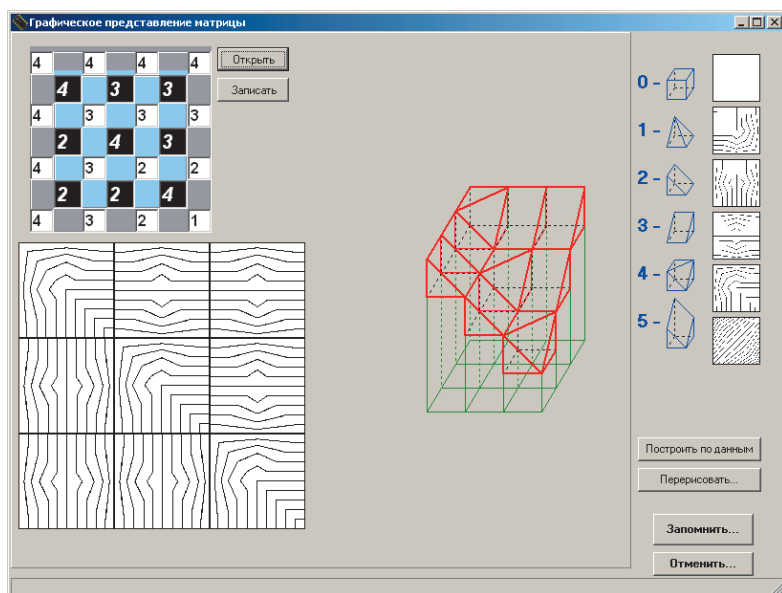


Рис. 3.18. Проекция изопрайс варианта М6 свертки на рис. 3.17

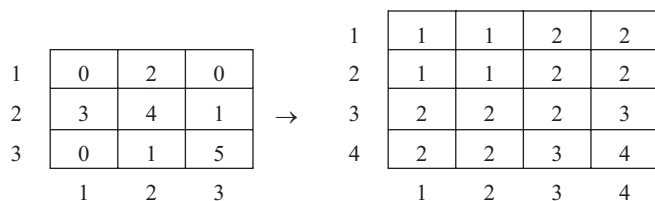


Рис. 3.19. Вариант свертки с приоритетом равномерной развитости средних и больших значений критериев М7

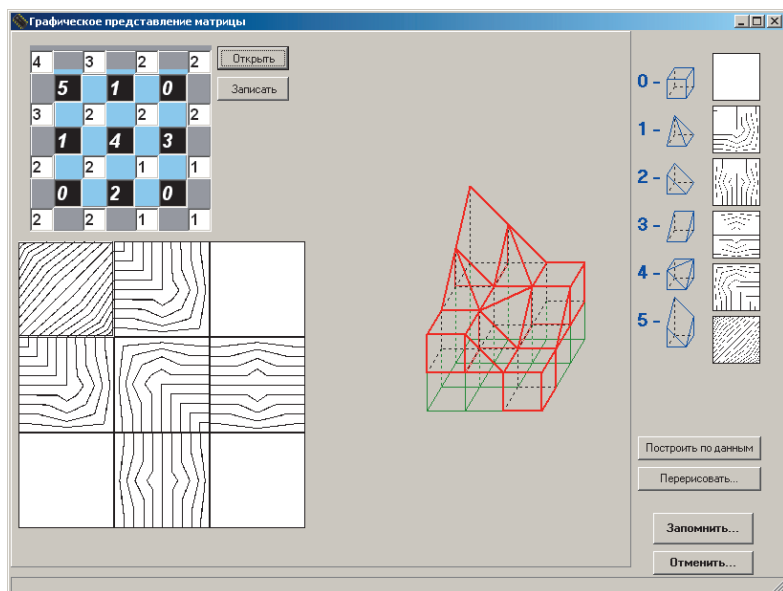


Рис. 3.20. Проекция изопрайс варианта М7 свертки на рис. 3.19

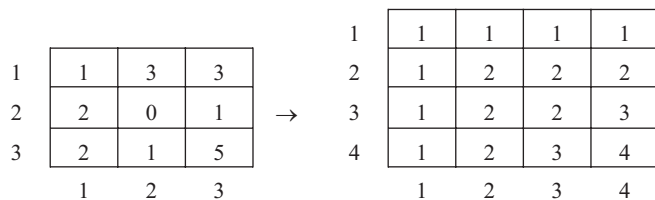


Рис. 3.21. Вариант свертки с приоритетом низких (начальных) и высоких значений критериев М8

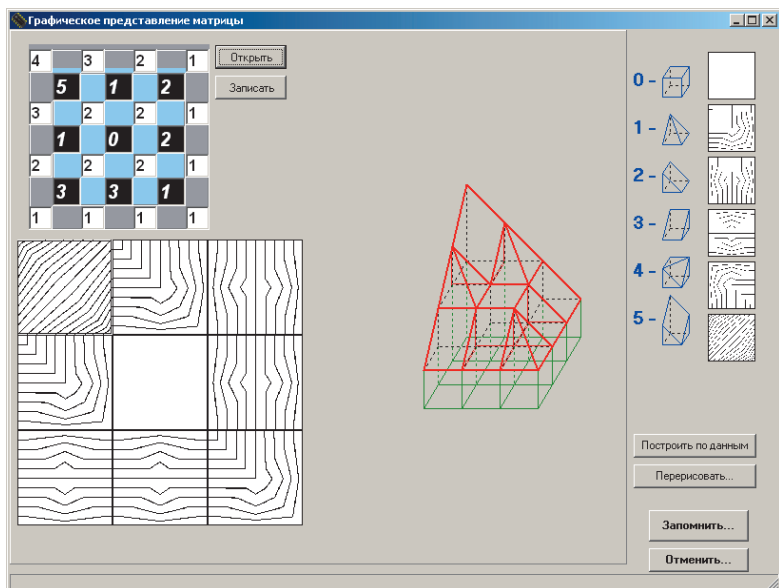


Рис. 3.22. Проекция изопрайс варианта М8 свертки на рис. 3.21

1	3	3	3		1	1	1	1
2	1	3	3		2	2	2	2
3	2	1	3		3	2	3	3
	1	2	3	→	4	2	3	4

Рис. 3.23. Вариант свертки М9 с приоритетом критерия X_1

- синтез матрицы свертки следует начинать с реализации наиболее важных концепций развития, поскольку с каждым шагом конструирования возможности варьирования сужаются вплоть до утраты способности выбора;
- очередность процедур синтеза матриц свертки должна строиться иерархически, начиная с корня дерева комплексного оценивания, последовательно переходя от стратегических целей к целям тактическим и оперативным. Тогда появляются определенные обоснования в формулировке политических (экономических, социальных) целей управления.

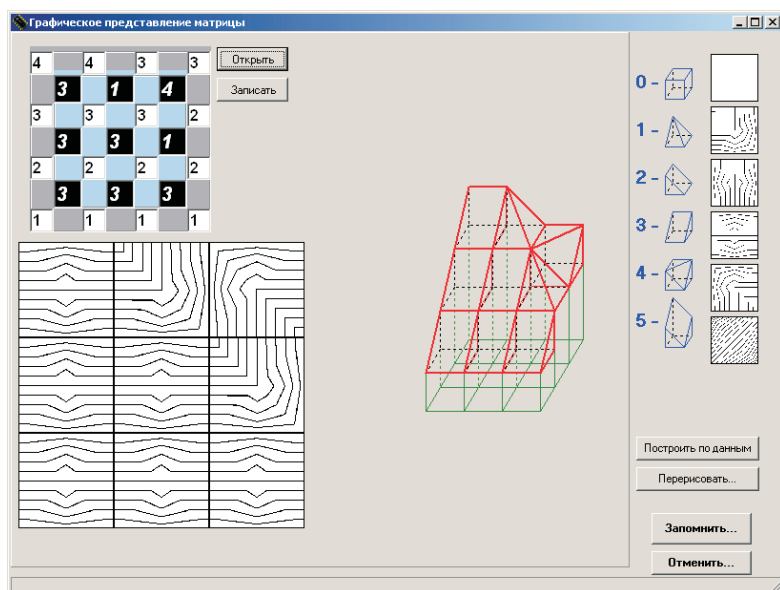


Рис. 3.24. Проекция изопрайс варианта М9 свертки на рис. 3.23

Данное правило будет способствовать получению информации прикладного значения на этапе анализа уровня развития региона и выбора (обоснования) направлений изменения ситуации и принятия по этим вопросам конкретных решений.

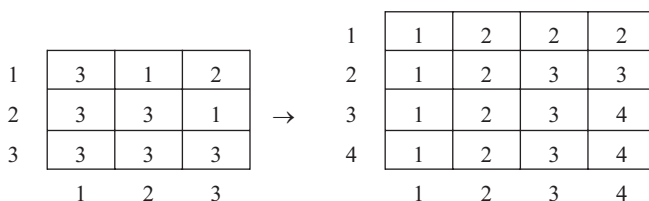


Рис. 3.25. Вариант свертки М10 с приоритетом X_2

При конструировании матриц свертки для дерева конкурсного механизма правила методики имеют отличия:

- на первом этапе необходимо сформулировать условия равнозначности объектов конкурсного сопоставления,

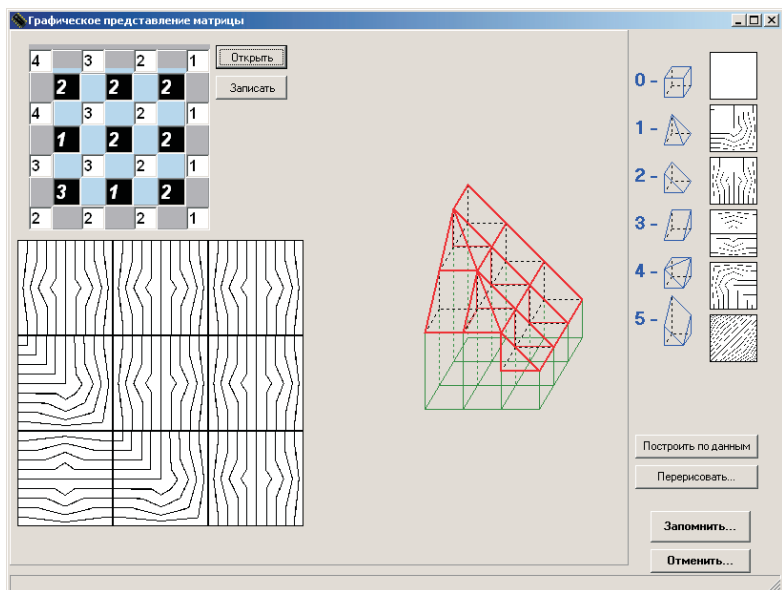


Рис. 3.26. Проекция изопрайс варианта M10 свертки на рис. 3.25

т. е. семейство изопрайс на всей области определения матрицы свертки. Тогда конструирование матрицы свертки сводится к подбору наиболее адекватных подобластям определения стандартных функций свертки f_0-f_5 ;

- как и в первом случае, синтез следует начинать с реализации наиболее принципиальных участков топологии ввиду уменьшения выбора на каждом результативном шаге конструирования;
- очередность процедур синтеза матриц свертки конкурсного дерева оценивания предлагается обратной, нежели в первом случае, т. е. от вершин дерева — к его корню. Эта рекомендация обосновывается необходимостью максимально сохранить корректность в вопросах формулирования правил сопоставления конкурсных объектов в условиях нарастания абстрактности сворачиваемых критериев по пути к корню.

Раздел 4

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ТЕХНОЛОГИЙ СОВРЕМЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

4.1. Программный комплекс «Декон» (дерево комплексного оценивания)

Программный комплекс «Декон» предназначен для исследования, разработки и практического применения механизмов комплексного оценивания сложных объектов.

Программа функционирует в среде Windows 98, 2000, XP, имеет графический интерфейс и позволяет выполнять следующие функции:

- разработка структуры дерева критериев (оценивания);
- выбор матриц свертки для узлов дерева оценивания;
- комплексное оценивание объекта при четких значениях частных критериев;
- комплексное оценивание объекта при нечетких значениях частных критериев;
- транзитивное замыкание для произвольной пары частных критериев.

Рабочая среда программы разделена на следующие шесть функциональных зон (рис. 4.1): меню, дерево комплексного оценивания, таблица критериев, панель инструментов, строка состояния, описание.

Для оцениваемого объекта устанавливается несколько критериев оценки, например «Этаж», «Место», «Планировка» и «Износ» (рис. 4.2).

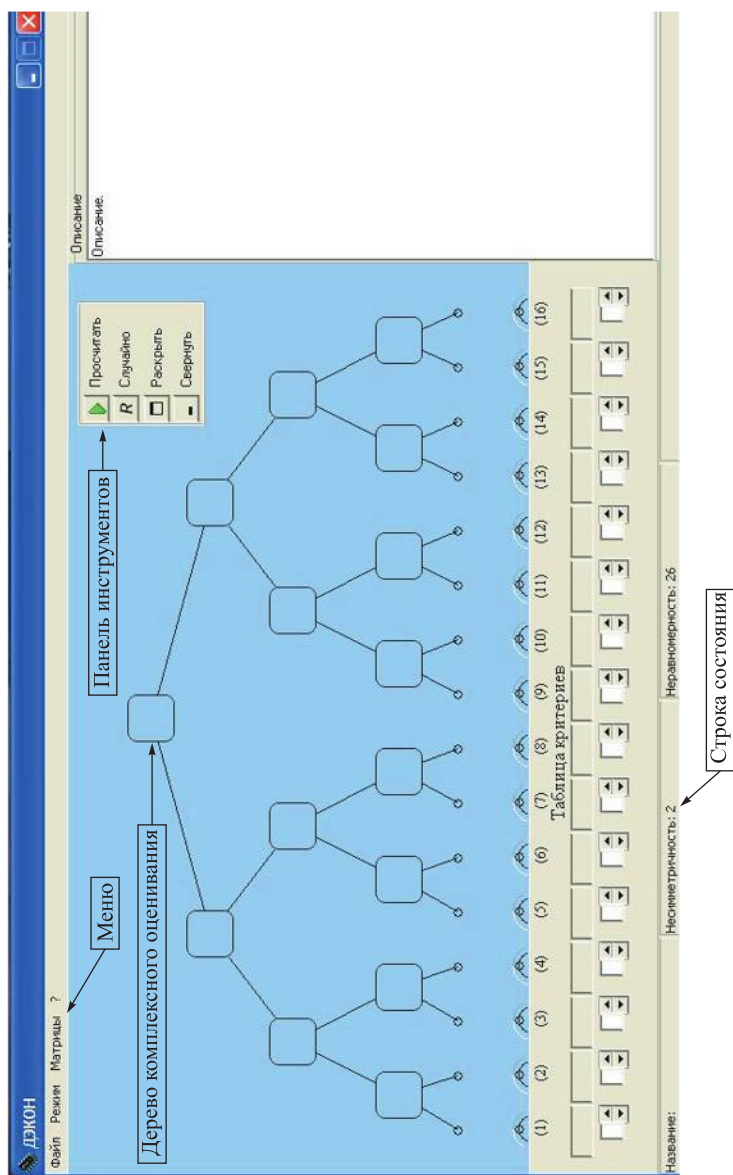


Рис. 4.1. Функциональные зоны программного комплекса «Декон»

Для более подробных комментариев или описания этих критериев можно использовать поле «Описание».

Формирование дерева из данных критериев осуществляется наведением курсора мыши на метку, расположенную над номером критерия, и удержанием левой кнопки мыши до установления связи критерия с матрицей свертки.

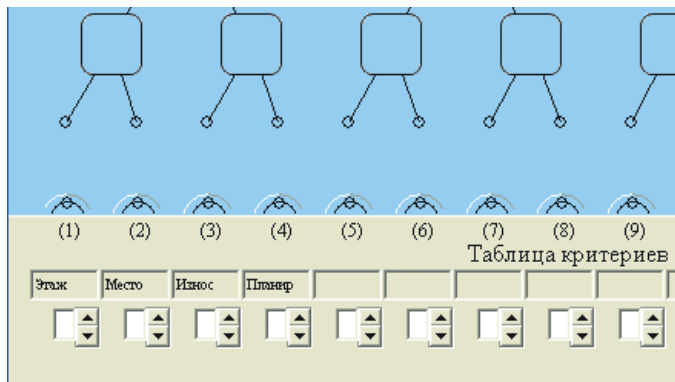


Рис. 4.2. Ввод данных в таблицу критериев

При выборе матриц свертки определяется доля влияния входных критериев на ее общую оценку и заполняется одним из предоставленных вариантов.

Подобным образом определяем матрицы для всех узлов дерева и заполняем его выбранными матрицами. Для этого

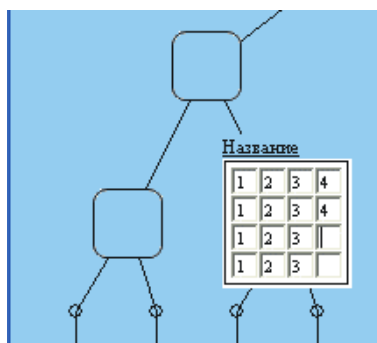


Рис. 4.3. Заполнение ячеек матриц

нужно нажать на иконку матрицы в дереве критериев и заполнить ячейки матрицы (рис. 4.3, 4.4).

Программа позволяет работать как с четкими оценками («обычный режим»), так и с нечеткими («режим фазификации»). В режиме нечеткого оценивания предлагается давать нечеткие оценки по методу центра тяжести

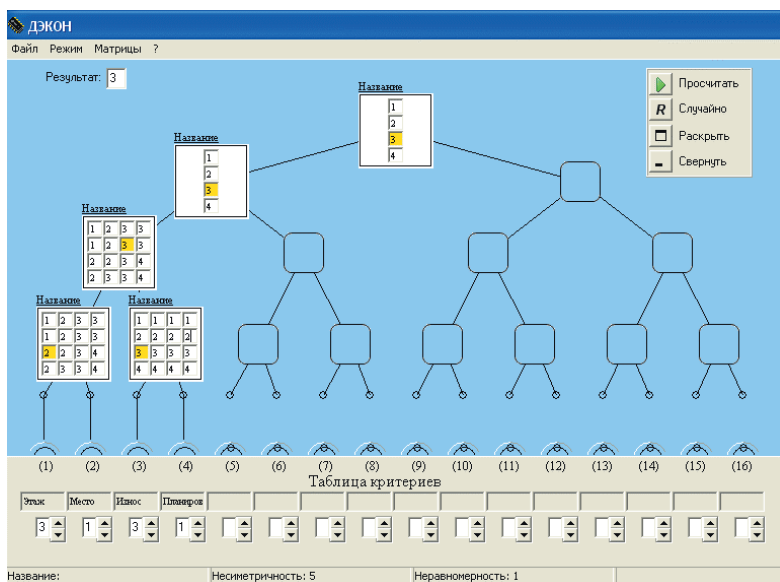


Рис. 4.4. Вывод результата

(рис. 4.5). Расчет производится так же, как при четком оценивании.

Для анализа влияния критериев на итоговую оценку объекта существует процедура транзитивного замыкания, выявляющая влияние пары критериев на итоговую оценку (рис. 4.6).

4.2. Программный комплекс «Декон-изопрайс»

Программный комплекс «Декон-изопрайс» предназначен для анализа и синтеза (конструирования) матриц свёртки в деревьях комплексного оценивания. Он совместим с программным комплексом «Декон» и предполагает совместное с ним функционирование, за исключением следующих случаев:

- не поддерживает транзитивное замыкание, не имеющее нечеткого расширения;
- нечеткие переходы между матрицами в данной интерпретации нечёткой свёртки сопровождаются процедурой

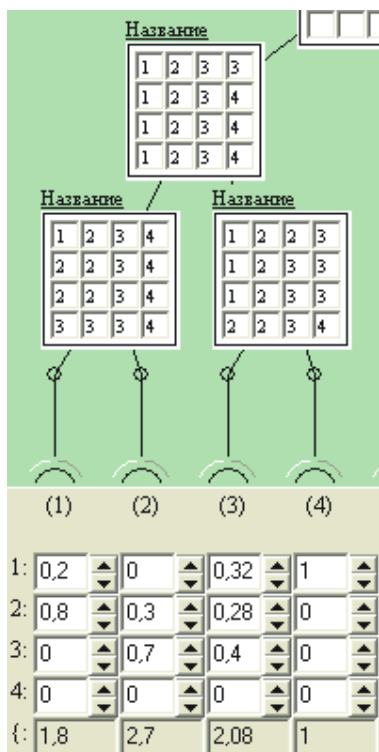


Рис. 4.5. Режим фазификации

приведения аргументов к стандартному виду (сумма значений функции принадлежности равна единице).

Система предоставляет услуги двух типов:

- 1) изображение (анализ) топологии произвольно указанной в дереве комплексного оценивания «Декон» матрицы свёртки;
- 2) пошаговое конструирование (синтез) топологии матрицы с целью адекватного замыслу свёртки её наполнения.

Задача анализа решается простым наведением курсора на подлежащую топологическому исследованию матрицу сформированного в «Декон» дерева комплексного оценивания и нажатием левой клавиши мыши. Действие сопровождается автоматическим переходом в основное меню комплекса «Декон-изопрайс». В случае необходимости замены данной матрицы на матрицу другого содержания рекомендуется перейти к задаче синтеза.

Целенаправленный синтез матрицы свертки выполняется последовательным заполнением ее шестнадцатизначной формы (4 × 4) цифрами из набора $\overline{1,4}$. Последовательность набора начинается с формирования начального (нижнего правого) поля девятиэлементной формы (3 × 3). Выбор варианта производится курсором из меню функций 0–5 свертки, сформированного в правой части экрана по вертикали, где рядом с номером функции изображена ее топология и трехмерное изображение (рис. 4.7). Цифры матрицы (4 × 4) устанавливаются автоматически. Возможна также реализация выбора непосредственным заполнением участка

матрицы (4×4) цифрами по принципу неубывания влево и вверх, а также изометрической формы. Цифры матрицы (3×3) устанавливаются автоматически благодаря взаимной однозначности матрицы (3×3) и (4×4) . При этом возможности выбора постепенно сокращаются на нём, это поддерживается невозможностью активных действий оператора по отношению к отдельным, а потом — ко всем вариантам заполнения.

Внешним признаком правильности построения матрицы свёртки служит непрерывность каждой изопрайсы от одного края поля набора до другого.

Результаты конструирования могут накапливаться в памяти (банке) для дальнейшего независимого использования как в комплексе «Декон», так и в комплексе «Декон-изопрайс» согласно их свойствам и предназначению.

4.3. Схемы основных алгоритмов программного комплекса «Декон-табл»

На рис. 4.8 представлена схема алгоритма функционирования программы с использованием режимов построения дерева, функций свертки, функции чувствительности, транзитивного замыкания.

Для работы с программой необходимо создать новую модель или открыть созданную ранее. На рис. 4.9 показана процедура создания новой модели.

При создании новой модели проверяется имя (во избежание создания одноименного файла). После создания модели необходимо построить дерево решений по правилам дихотомии (в одну

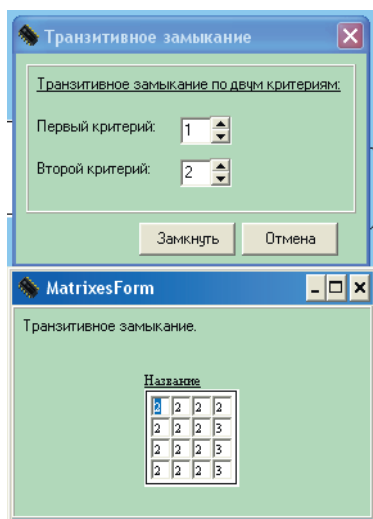


Рис. 4.6. Транзитивное замыкание

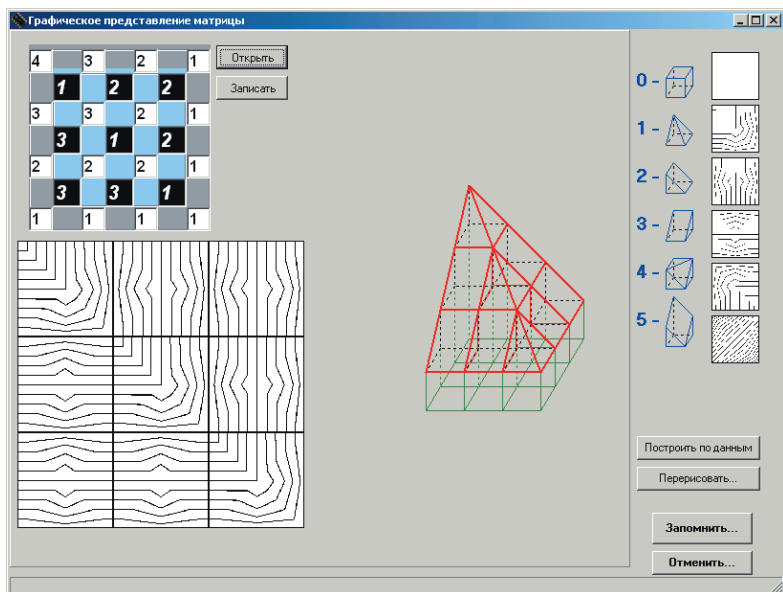


Рис. 4.7. Топология функции свертки и её трехмерное изображение

вершину должны входить 2 критерия). Построив дерево, необходимо выбрать один из режимов: функция свертки; функция чувствительности; транзитивное замыкание.

Для получения результата необходимо сформировать данные для расчета. К таким данным относятся матрицы свертки (находящиеся в вершинах дерева), с учетом предпочтений эксперта по отношению к тому или иному критерию, и значения параметров.

Рассмотрим процедуру конструирования матриц двумя способами:

- методом детального конструирования матриц с использованием стандартных функций;
- методом диалога с экспертом.

Схема детального построения матрицы стандартными функциями (f_0-f_5) показана на рис. 4.10.

Второй способ конструирования матрицы — с помощью диалога с экспертом, не имеющим специальной математической

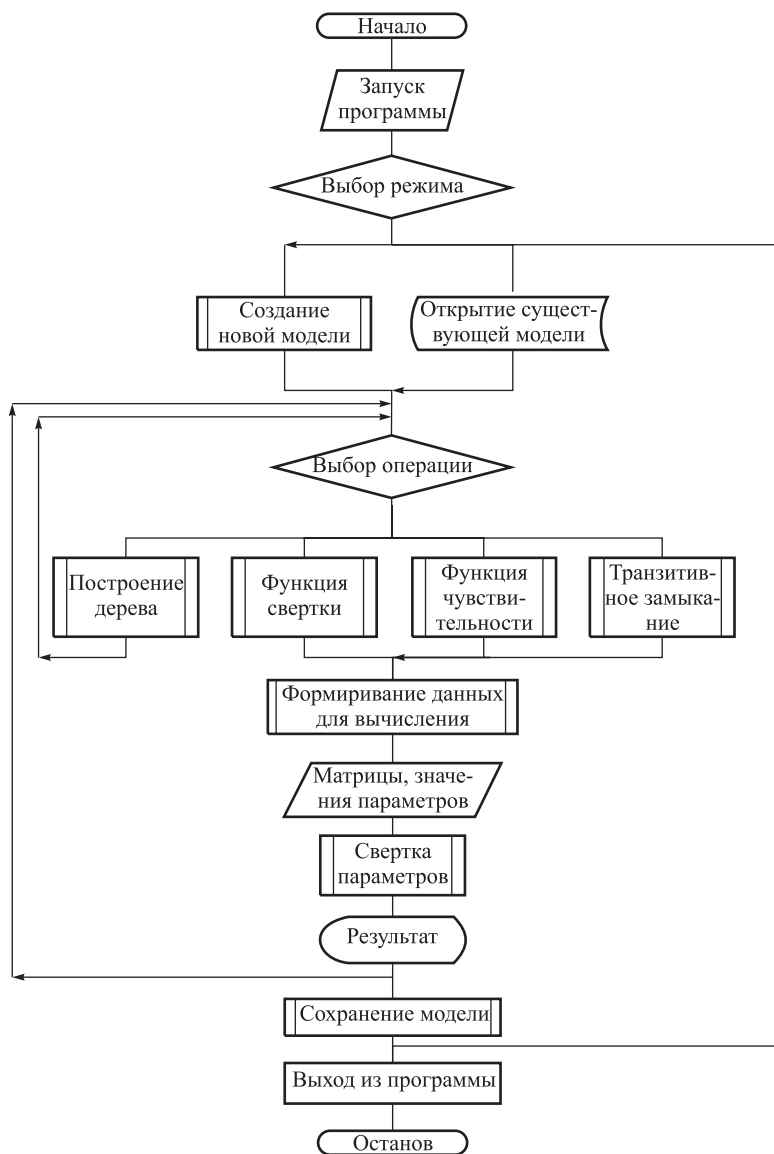


Рис. 4.8. Схема основного алгоритма

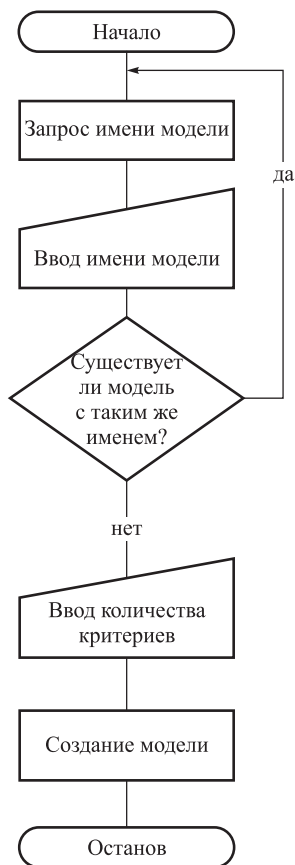


Рис. 4.9. Схема создания новой модели

подготовки. По результатам диалога формируется наполнение матрицы свертки функциями специального вида (f_0-f_5).

При этом каждому вопросу (табл. 4.1) ставится в соответствие специальная функция. Процедура конструирования показана на рис. 4.11.

Заполнив вершины дерева матрицами свертки, необходимо ввести значения параметров. Процедура ввода значений параметров показана на рис. 4.12. Ввод данных осуществляется двумя способами: вручную и из файла, сохраненного ранее.

После формирования данных для вычисления в соответствии с режимом получаем результат. Режим функции свертки позволяет получить комплексную оценку построенной модели. Предлагается заранее просчитать функции f_0-f_5 в областях 1–2, 2–3, 3–4 для заполнения таблицы. Таблица формируется при конструировании матрицы. При свертке параметров необходимо обратиться к ячейке соответствующей таблицы и получить результат (значение в этой ячейке). Это увеличит скорость

расчета процесса свертки, что очень важно при расчете функции чувствительности и транзитивном замыкании.

На рис. 4.13 показана схема алгоритма расчета функции свертки. Для корректности работы алгоритма необходима проверка заполнения матриц свертки.

Расчет функции чувствительности показан на рис. 4.14.

На рис. 4.15 изображена схема алгоритма создания матрицы транзитивного замыкания.

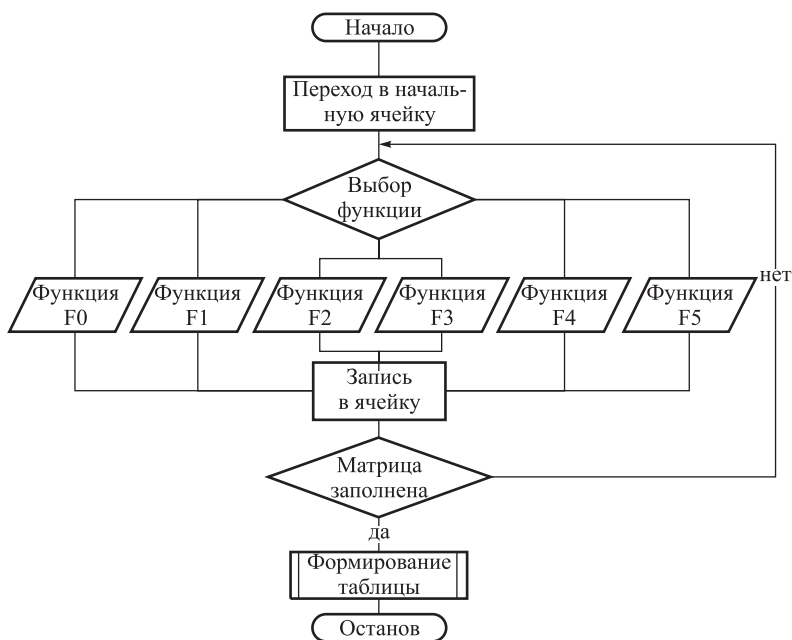


Рис. 4.10. Схема детального конструирования матрицы стандартными функциями f_0 - f_5

Таблица 4.1

Вопросы для диалога с экспертом

Номер вопроса	Вопрос
1	Одинаково ли влияние обоих критериев на формирование комплексной оценки?
2	Первый критерий имеет абсолютный приоритет над вторым критерием?
3	Имеет ли место синергетический эффект?
4	Развитие критериев никак не влияет на комплексную оценку?
5	Синергетический эффект максимален?

Рассмотренные схемы алгоритмов будут использоваться при создании программы.

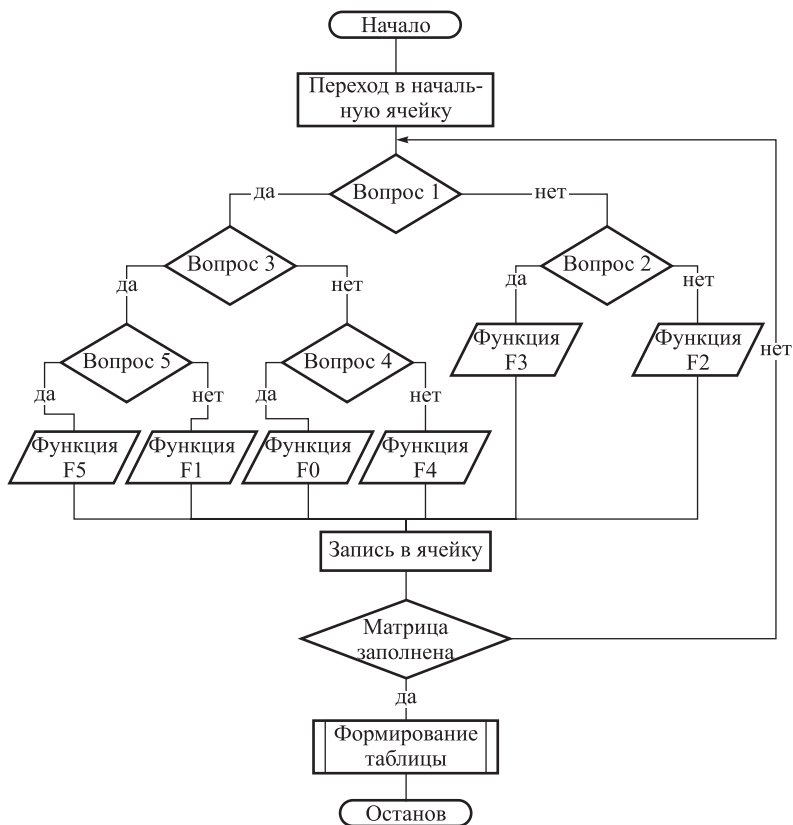


Рис. 4.11. Схема конструирования матрицы в процессе опроса эксперта

4.4. Особенности программной реализации комплекса «Декон-табл»

Данная программа работает в среде Windows 9x/XP. Программа реализована на языке высокого уровня Borland Delphi 6.0, который позволяет создать дружелюбный интерфейс.

Программа «Декон-табл» относится к классу систем поддержки принятия решений.

Логическая структура программы создана на основе схем алгоритмов программы, представленных в разделе 4.3 (см. рис. 4.8–4.15). Программа состоит из нескольких функциональных блоков:

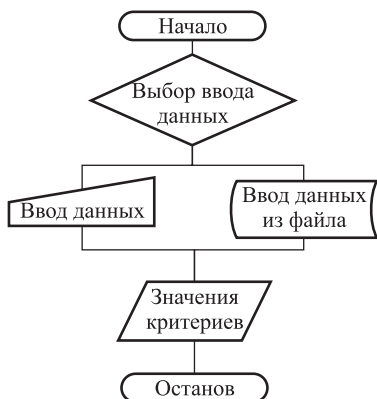


Рис. 4.12. Схема ввода данных

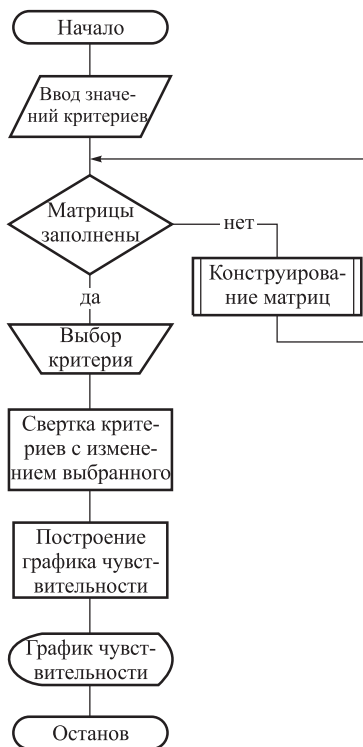


Рис. 4.14. Схема алгоритма расчета функции чувствительности

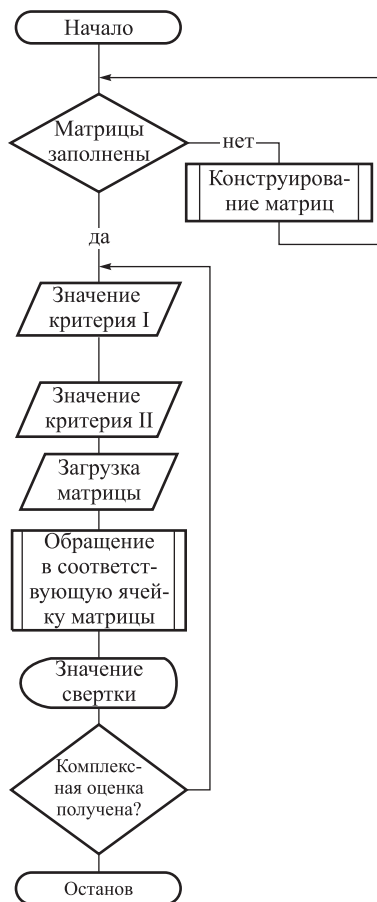


Рис. 4.13. Схема алгоритма расчета функции свертки

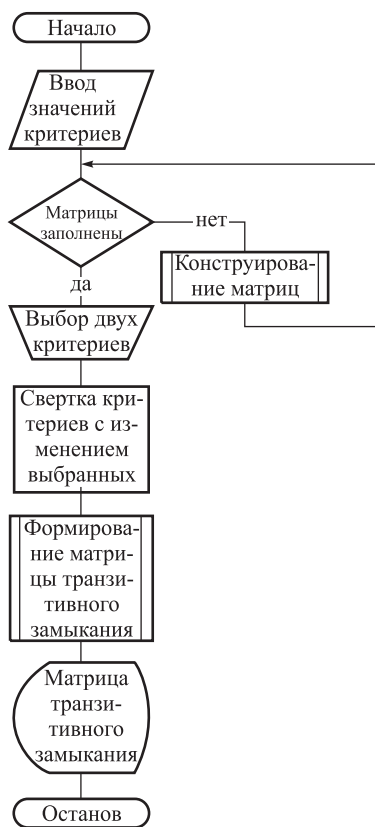


Рис. 4.15. Схема алгоритма создания матрицы транзитивного замыкания

- блок построения дерева решений;
- блок конструирования матрицы свертки;
- блок функции свертки;
- блок функции чувствительности;
- блок транзитивного замыкания.

Общий вид программы представлен на рис. 4.16.

Программа связана с табличным редактором Excel, в который переносятся результаты вычисления программы (выходные данные). Запуск программы «Декон-табл» осуществляется файлом Dekon.exe.

Входными данными для программы являются данные о модели, а именно: имя модели, количество критериев, информация о дереве решений, значения критериев.

Выходными данными программы являются: информация

о созданной модели, результаты расчетов построенной модели.

Для создания новой или открытия созданной модели необходимо загрузить программу «Декон-табл», после чего откроется пустое окно программы (рис. 4.17) с активным программным меню, в котором предлагается создать новую, открыть ранее созданную модель либо выйти из программы. Рассмотрим пример создания новой модели. Для этого выбираем соответствующий пункт *Файл* → *Новый*. Программа просит ввести имя модели (рис. 4.18). Если модель с таким именем существует, то выдается сообщение (рис. 4.19) о существовании модели с таким именем. Для дальнейшей работы необходимо изменить имя модели.

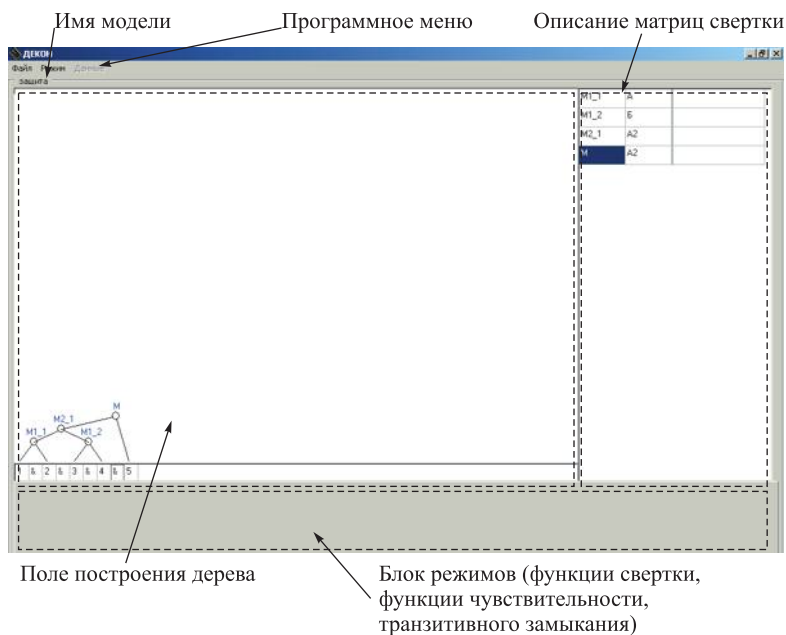


Рис. 4.16. Общий вид программы

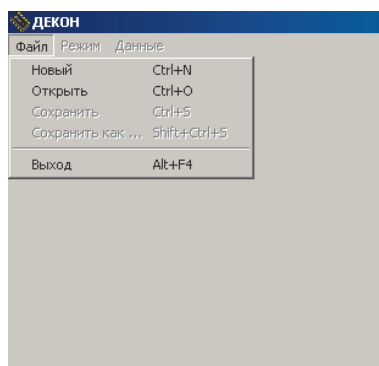


Рис. 4.17. Начало работы с программой

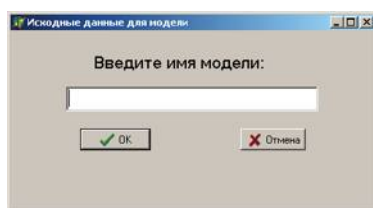


Рис. 4.18. Ввод имени модели

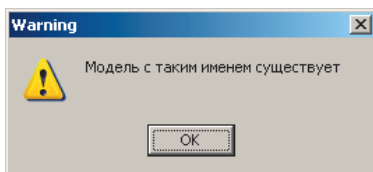


Рис. 4.19. Предупреждение о создании одноименного файла

После ввода имени необходимо указать количество критериев, используемых в модели (рис. 4.20).

После ввода количества критериев открывается форма с пустым полем для конструирования дерева (рис. 4.21).

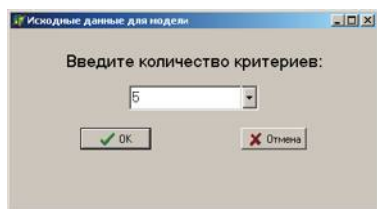


Рис. 4.20. Ввод количества критериев

Для построения деревьев комплексного оценивания предложен алгоритм, который позволяет строить деревья любой сложности, причем все узлы деревьев программно доступны.

Пользователь в любой последовательности может устанавливать связи между критериями. Связь устанавливается посредством двойного щелчка между критериями, после чего появляется знак & и формируется узел (рис. 4.22, а), который связывает критерии. Аналогичные действия выполняются и на последующих этапах формирования дерева (рис. 4.22, б, в, г) до завершения его построения.

После того как построение дерева завершено, необходимо сконструировать матрицы свертки (находящиеся в узлах дерева) с учетом предпочтений эксперта по отношению к тому или иному критерию.

Рассмотрим детальное конструирование матрицы свертки стандартными функциями (рис. 4.23).

Для внесения функции в матрицу её необходимо выбрать мышью, нажав на номер функции, и поместить в нужную ячейку (рис. 4.24).

После этого заполняется матрица в соответствии выбранной функцией.

Данная процедура продолжается до тех пор, пока не будет заполнена вся матрица свертки. На рис. 4.25 изображена заполненная матрица свертки.

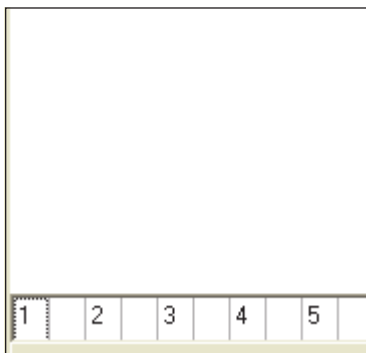


Рис. 4.21. Пустое поле конструирования дерева комплексного оценивания

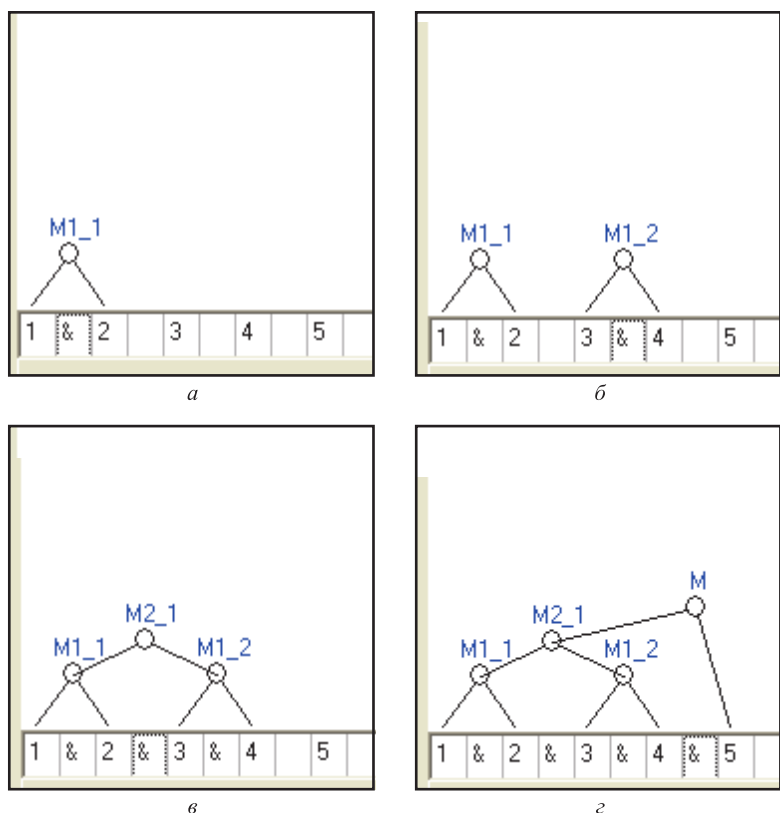


Рис. 4.22. Конструирование дерева комплексного оценивания

При нажатии клавиши «ОК» формируется таблица матрицы для дальнейшего расчета свертки параметров.

Для моделирования предпочтений эксперта, не имеющего специальной математической подготовки, предложен алгоритм (см. рис. 4.11), который по результатам диалога с ним формирует наполнение матрицы свертки стандартными функциями.

При ответе на вопросы эксперт определяет влияние рассматриваемых критериев на комплексную оценку для выбранного этапа развития критериев. Интерактивная графическая форма диалога представлена на рис. 4.26, *a*, *б*.

По завершении диалога эксперту предлагается сохранить созданную им матрицу свертки (рис. 4.27).

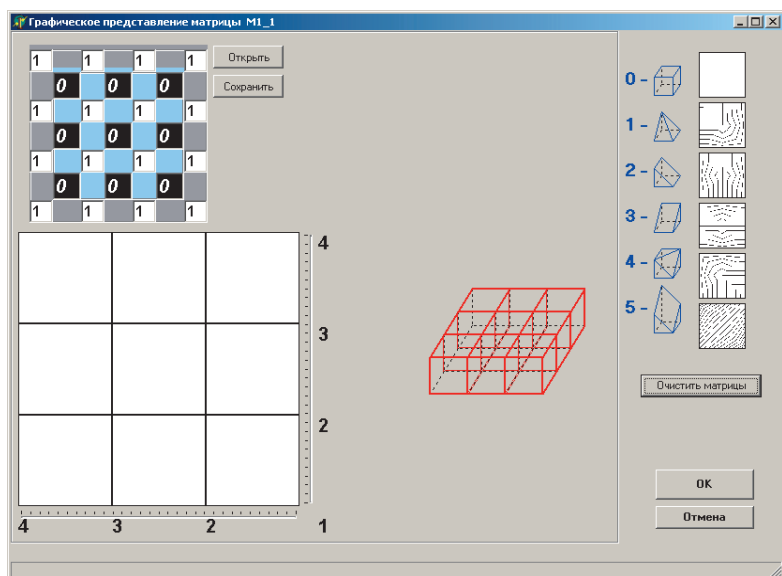


Рис. 4.23. Форма детального конструирования матриц свертки (пустая форма)

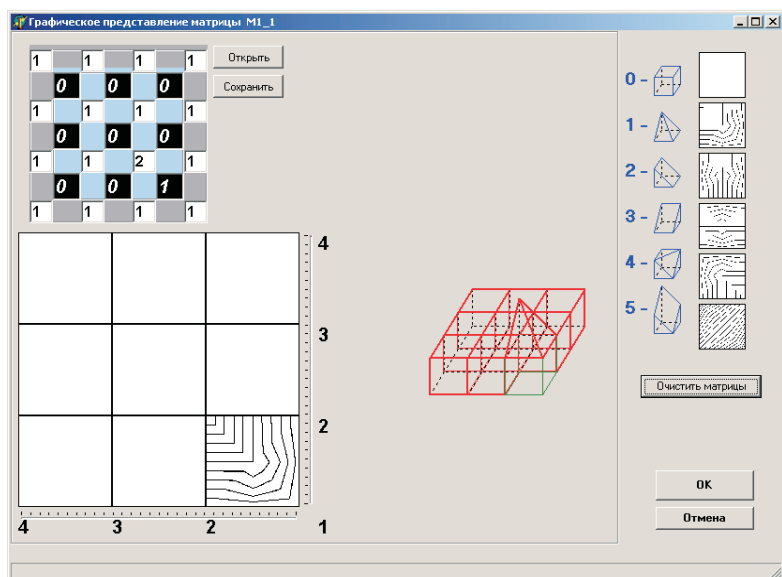


Рис. 4.24. Форма детального конструирования матриц свертки (размещение функции f_1 в области значений 1–2 обоих критериев)

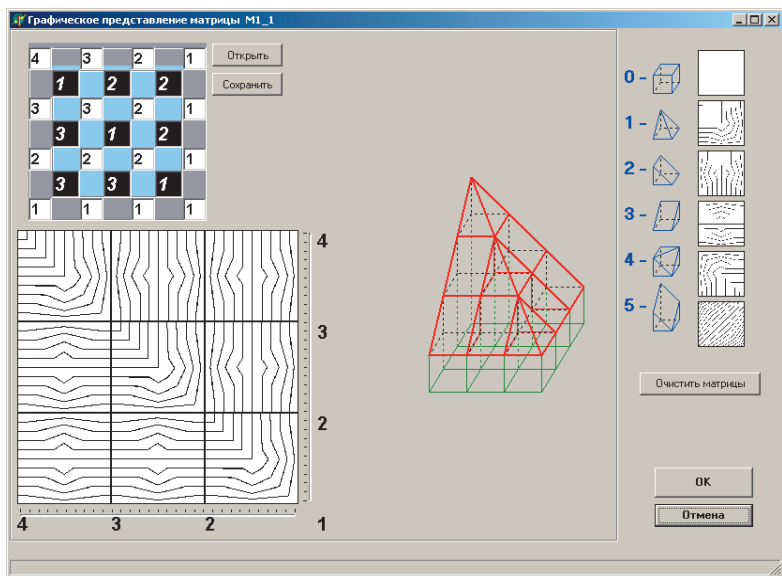


Рис. 4.25. Форма детального конструирования матриц свертки (матрица свертки, заполненная стандартными функциями)

После конструирования матриц свертки выбираем режим функции свертки для получения комплексной оценки модели. Для этого выбираем в программном меню *Режим* → *Функция свертки* (рис. 4.28). Появляется окно режима функции свертки (рис. 4.29).

Для расчета комплексной оценки модели необходимо ввести значения параметров, после чего произвести расчет. Результат функции свертки отображается на дереве комплексного оценивания (рис. 4.30).

После получения результатов свертки можно построить функцию чувствительности. Для входа в режим необходимо выбрать соответствующий подпункт пункта *Режим* (см. рис. 4.28). Если выбран подпункт *Функция чувствительности*, то открывается окно данной функции (рис. 4.31).

Выбрав критерий из списка, нажимаем клавишу «Просчитать». После программной обработки входных данных в результате

Конструктор матриц

X1: Чистая прибыль X2: Внутренняя норма доходности

4 3 2 1 X1

4 3 2 1 X2

		2	2
		2	1

			4

Большое Среднее Малое

Текущий уровень развития

Начать опрос

Одинаково ли влияние обоих критериев на формирование комплексной оценки

1 ДА НЕТ

>>

a

Конструктор матриц

X1: Чистая прибыль X2: Внутренняя норма доходности

4 3 2 1 X1

4 3 2 1 X2

4	4	4	4
4	3	3	3
	3	2	2
	3	2	1

4	3	3
	4	3
	2	4

Большое Среднее Малое

Текущий уровень развития

Начать опрос

Одинаково ли влияние обоих критериев на формирование комплексной оценки

1 ДА НЕТ

>>

б

Рис. 4.26. Интерфейс диалога с реципиентом

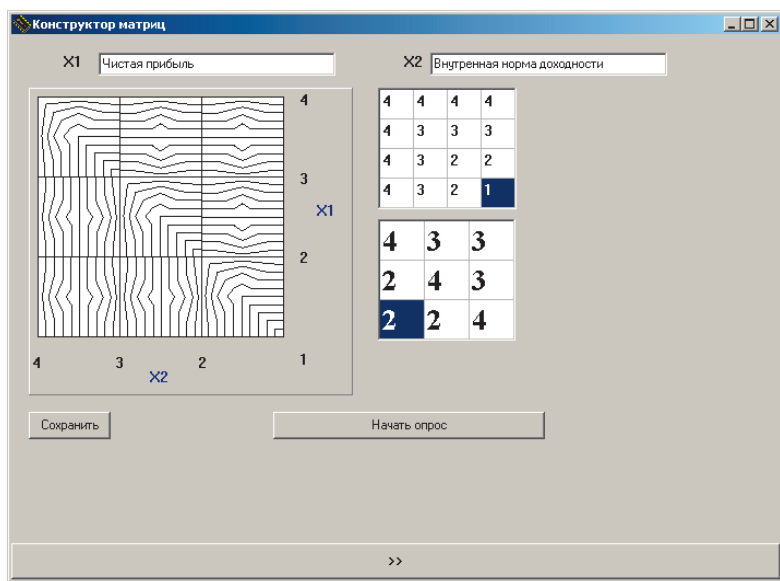


Рис. 4.27. Интерфейс диалога с реципиентом (завершение диалога)

выводится график чувствительности с указанием рабочей точки. На рис. 4.32 изображен график чувствительности критерия x_2 . Красным цветом показана рабочая точка, т. е. текущее состояние. Данный график можно построить по всем критериям, используемым в модели.

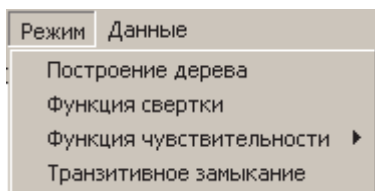


Рис. 4.28. Пункт *Режим* программного меню

Для определения матрицы транзитивного замыкания необходимо войти в соответствующий режим. На рис. 4.33 изображено окно режима транзитивного замыкания.

Выбрав два критерия, по которым необходимо построить матрицу транзитивного замыкания, нажимаем клавишу «Прочитать», после чего формируется матрица, результат выводится на экран (рис. 4.34).

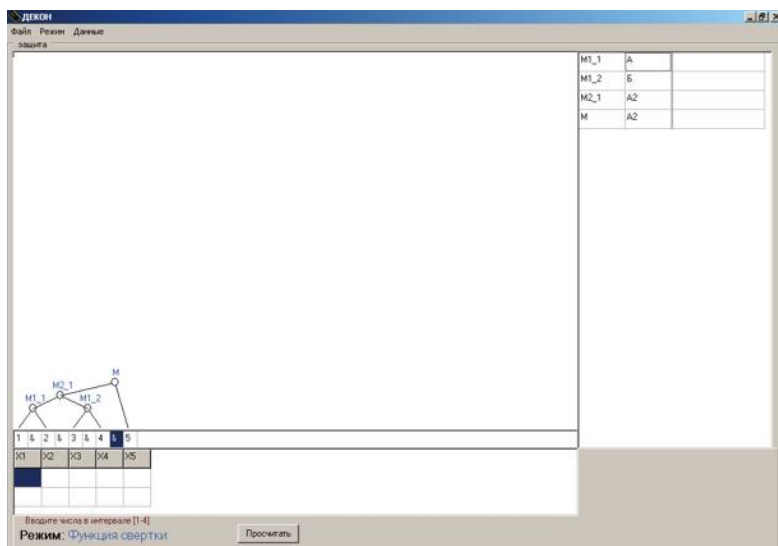


Рис. 4.29. Режим функции свертки

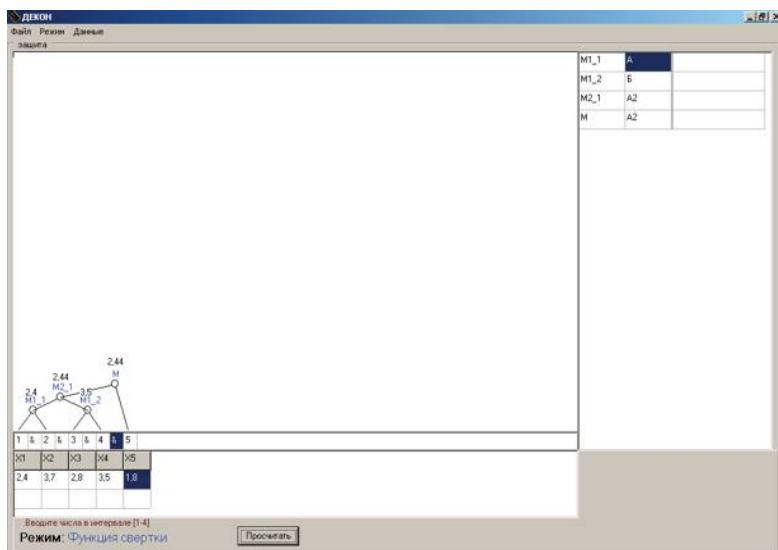


Рис. 4.30. Режим функции свертки с полученной комплексной оценкой

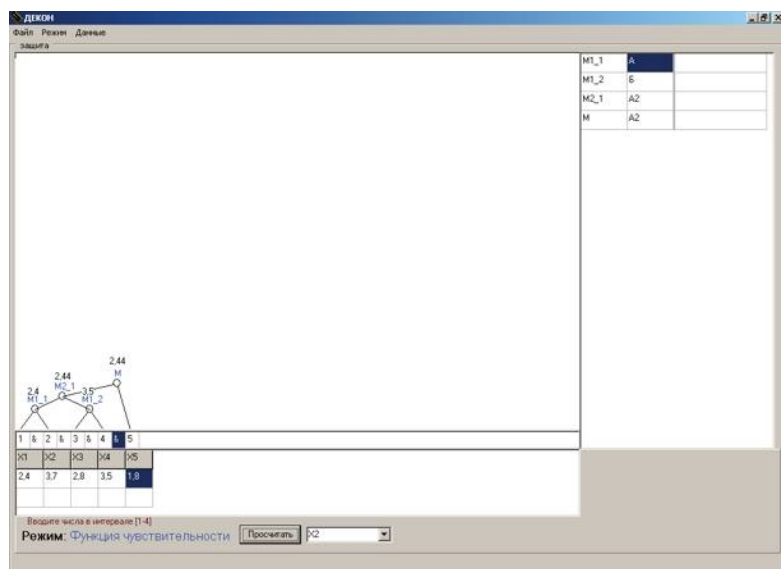


Рис. 4.31. Режим функции чувствительности

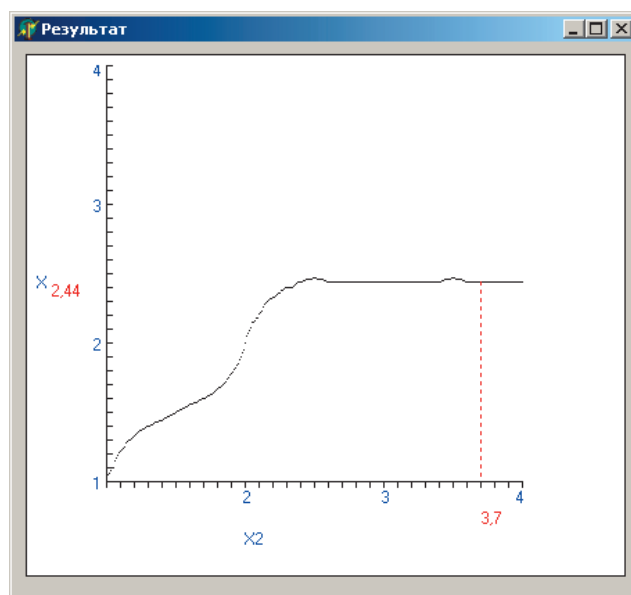


Рис. 4.32. График чувствительности

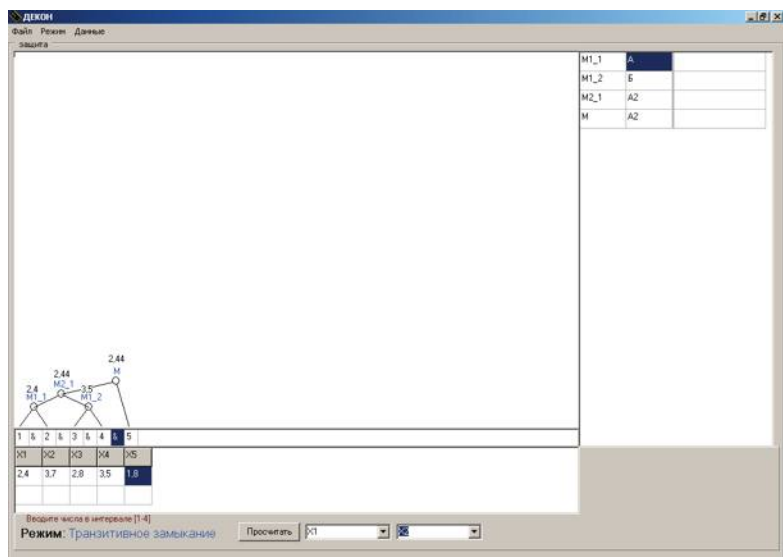


Рис. 4.33. Режим транзитивного замыкания

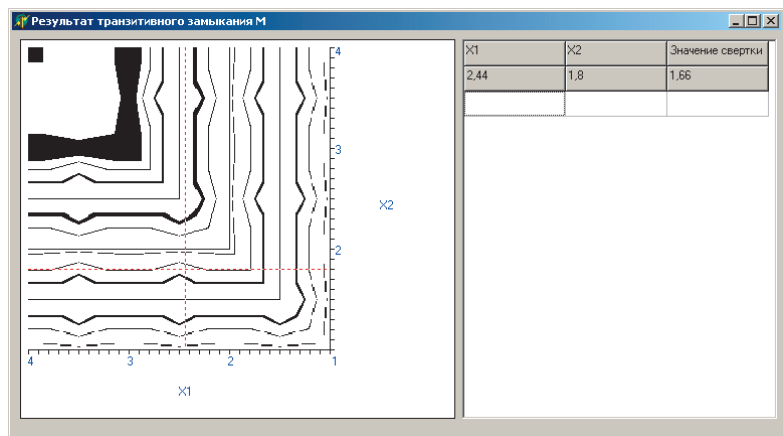


Рис. 4.34. Матрица транзитивного замыкания двух критериев

Для выхода из программы необходимо выбрать в программном меню *Файл* → *Выход* или закрыть главную форму.

Раздел 5

ПАКЕТ ПРИКЛАДНЫХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ «ДЕКОН-ИЗОПРАЙС»

5.1. Модель комплексного оценивания защиты выпускных квалификационных работ

Ассортимент подходящих матриц может быть построен путем разрешения известной неопределенности вида свертки. Необходимо решить проблему, возникающую при несовпадающих оценках по рассматриваемым критериям, а также вопрос принятия решения об итоговой свертываемой оценке. При целочисленной усредненной оценке или же в случае совпадения оценок в свертку ставится осредненная оценка (рис. 5.1, *a*). Вариантов заполнения «проблемных» элементов матрицы свертки может

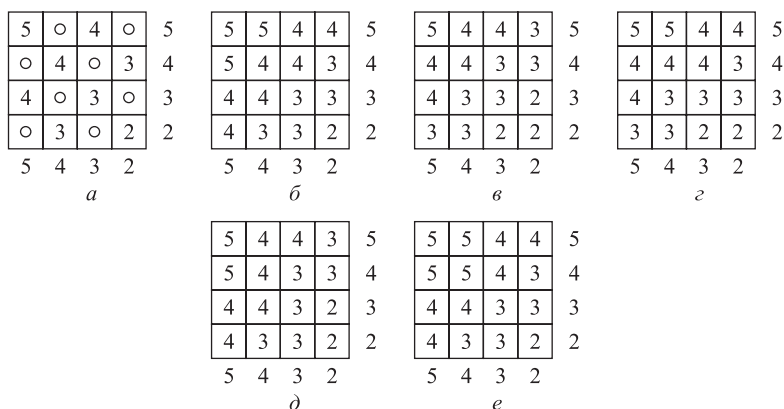


Рис. 5.1. Матрицы свертки: *a* — базовая; *б* — оптимистичная; *в* — строгая; *г* — приоритет 1-го критерия; *д* — приоритет 2-го; *е* — матрица с синергетическим эффектом

быть несколько: каждый из критериев оценивается «строго» и результатом становится худшая из возможных оценка (б), «оптимистично» (в), устанавливается приоритет одного из критериев (г и д). Учитывая синергетический эффект при наличии свойства эмерджентности двух критериев, можно допустить вариант ж.

В данной работе построена модель для оценки выпускных квалификационных работ (ВКР) студентов строительного факультета Пермского государственного технического университета специальности «Экспертиза и управление недвижимостью».

Итоговая оценка свертывается из оценок государственной экзаменационной комиссии и оценок привлекаемых специалистов. Оценки специалистов — это оценки, рекомендуемые руководителем и рецензентом дипломного проекта. А оценка комиссии зависит от выступления и качества выполнения работы. Выступление состоит из доклада и ответов на вопросы; качество выполнения работы складывается из качества решения поставленных задач и качества оформления (уровень выполнения пояснительной записки и чертежей). В итоге получаем семь частных критериев, что удовлетворяет числу Миллера (72), которое выбирается исходя из соображения, что при более дробной шкале оценок человек не в состоянии дифференцировать понятия. А значит — начинает путаться в критериях, количество которых превышает число Миллера. В данной работе в узлах дерева критериев использовали матрицы сверток с приоритетом одного из критериев (рис. 5.2), где матрица I — с приоритетом первого критерия, а матрица II — с приоритетом второго.

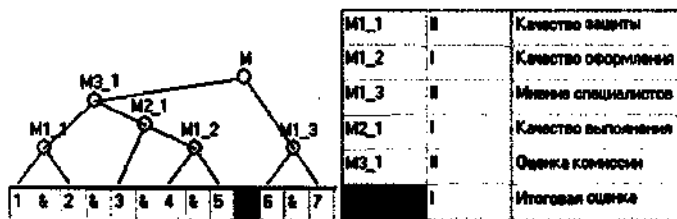


Рис. 5.2. Дерево критериев и матрицы свертки

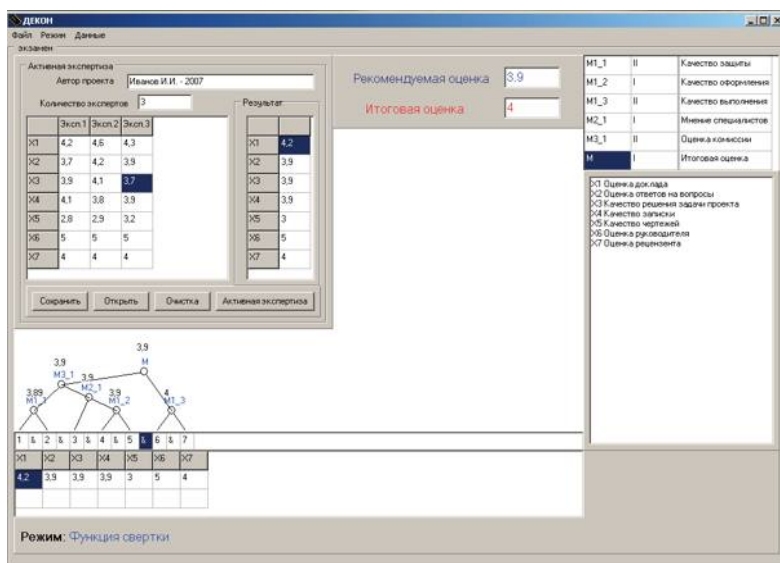


Рис. 5.3. Пример оценивания результатов защиты ВКР

Последовательность критериев следующая: доклад, ответы на вопросы, качество решения поставленных задач, качество записки, качество чертежей, оценка руководителя, оценка рецензента. В модели использовалась непрерывная шкала оценок с интервалом $[2,5]$. На рис. 5.3 представлен вариант использования данного программного продукта.

5.2. Модель ранжирования экспонентов для конкурса «Лучший товар в строительстве»

Свободное предпринимательство предполагает использование Центром либеральных методов управления экономикой.

Развитие свободного предпринимательства обостряет проблемы управления экономикой, делая востребованными либеральные подходы к обеспечению поступательности движения народного хозяйства по направлениям, установленным центром. Эффективность одного из самых распространенных методов либерального управления — конкурса — может быть существенно повышена посредством совершенствования процедуры его про-

ведения на основе современных информационных технологий, которые должны способствовать воплощению заложенных в него политических замыслов.

При разработке конкурсных механизмов их принято рассматривать с позиций теории игр. Действительно, все участники конкурса представляют собой взаимодействующие стороны с несовпадающими интересами, вступающие в иерархическую игру.

Центр (организатор конкурсов) заинтересован в глобальных последствиях конкурсов, призванных вызвать целенаправленную деятельность всех остальных игроков, потенциальных участников процедуры отбора. Право первого хода позволяет центру сформулировать правила игры (условия организации конкурса) и создать независимую конкурсную комиссию, способную обеспечить «справедливость и объективность» в определении победителей. Задача конкурсной комиссии взята в привычку, чтобы акцентировать внимание на определенной условности ее постановки.

Остальные игроки (по терминологии теории игр — агенты) заинтересованы в непосредственных результатах конкурса, когда означенное число участников из общего числа приобретает определенные преимущества на заключение договоров, получение заказа, приобретение товара и т. п. (к моменту конкурсного отбора они стремятся достигнуть того набора своих заявленных качеств, который позволил бы им реально претендовать на поощрение центром, рассчитывая при этом на упомянутые справедливость и объективность конкурсной комиссии, что совместно с размерами ожидаемого вознаграждения образует мотивацию массовости мероприятия, необходимую центру для достижения управленческого результата).

Из сказанного становится неоспоримой актуальность задачи поддержки конкурсов средствами выражения конкурсных предпочтений центра, понятных самому центру, экспонентам и независимой комиссии, и способных гарантировать соблюдение необходимых качеств конкурса — справедливости и объективности.

Обязательным требованием к информационным средствам поддержки конкурсных процедур является освобождение центра, экспертов и экспонентов от специальной математической и компьютерной подготовки.

Предложения по развитию конкурсного механизма

1. Подготовку к следующему конкурсу начинать заблаговременно, сразу после подведения итогов предыдущего конкурса, и проводить в два этапа.

Содержание I этапа:

- уточнение целей очередного конкурса — стимулирование предпочтительных направлений развития объектов конкурсного оценивания строительной отрасли;
- назначение экспертной группы и технической группы, ответственных за процедурные вопросы проведения конкурса;
- определение состава и содержания номинаций конкурса;
- разработка в каждой номинации системы критериев и уточнение шкал их оценки по схеме: 1 — плохо, 2 — удовлетворительно, 3 — хорошо, 4 — отлично;
- разработка и документирование конкурсного механизма;
- утверждение и рассылка Положения о конкурсе «Лучший товар в строительстве» и формы заявочных документов, обеспечивающих достаточность информации для успешной работы экспертной группы.

Содержание II этапа:

- работа экспонентов над совершенствованием объектов возможных заявок по одной или нескольким номинациям;
 - отправка документов на конкурс.
2. Проведение конкурса в период выставки:
- по материалам каждой заявки эксперт заполняет оценочный лист, в котором выставляет оценки по каждому критерию в заявленной номинации;
 - при возможности участия в экспертизе заявки нескольких экспертов указывается идентификатор данного эксперта; обработка информации от группы экспертов по одной заявке производится методом активной экспертизы;
 - компьютерная обработка конкурсных материалов осуществляется технической группой, результаты документи-

руются и возвращаются в экспертную группу в виде предложения для принятия окончательного решения;

- при наличии апелляции по решению экспертной комиссии заявителю может быть предоставлено обоснование принятых ею решений;
- по завершении конкурса разрабатывается отчет, содержащий выводы о степени достижения поставленных перед конкурсом целей и предложения по коррекции Положения для проведения следующего конкурса.

На пермской международной ярмарке «Строительство и ремонт» 15–19 мая 2007 года прошла апробацию система поддержки конкурсной среды по направлению «Лучший товар в строительстве», разработанная в лаборатории современного менеджмента при кафедре «Экспертиза недвижимости» Пермского государственного технического университета. Основные компоненты системы иллюстрируются рис. 5.4, 5.5, а результаты моделирования приведены в табл. 5.1, 5.2 и на рис. 5.6.

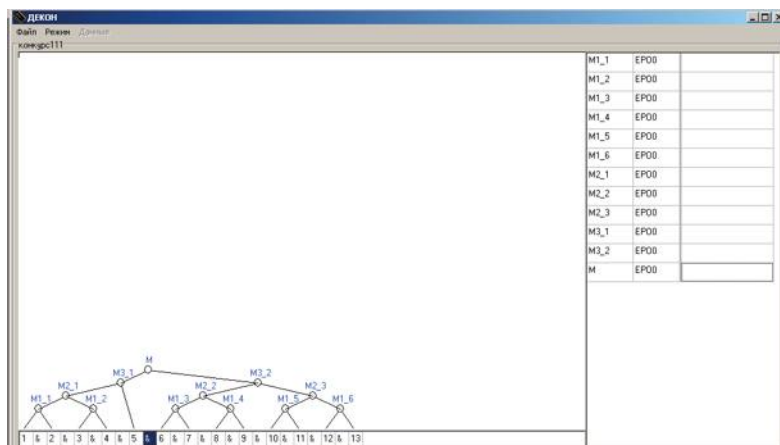


Рис. 5.4. Обобщенная структура конкурсного механизма выставки «Строительство и ремонт»

Критерии оценки:

- Энергоэкономичность.

- Простота изготовления (трудоемкость изготовления и эксплуатации).
- Соответствие мировому уровню.
- Инновационность и наукоемкость.
- Актуальность для отрасли.
- Превышение уровня государственных стандартов качества.
- Гарантированность качества.
- Эргономичность.
- Эстетичность.
- Межремонтный период (гарантийный срок межремонтной эксплуатации)
- Ремонтопригодность
- Доступность утилизации
- Экологичность (экологическая безопасность)

Интерпретация сверток критериев по уровням дерева комплексного оценивания:

M1_1 — технологичность.

M1_2 — соответствие классу ноу-хау.

M1_3 — обобщенный показатель качества.

M1_4 — привлекательность для персонала.

M1_5 — способность к восстановлению.

M1_6 — сопряжение с окружающей средой.

M2_1 — класс фирмы.

M2_2 — привлекательность блага.

M2_3 — уровень эксплуатационной пригодности.

M3_1 — уровень производства в отрасли.

M3_2 — привлекательность товара.

M — позиция в номинации конкурса.

Конкурсный механизм в номинации «Строительство»

- свертка M1_1 критериев «энергоэкономичности» и «простоты изготовления» в обобщенный параметр «технологичность» по принципу стимулирования развития обоих критериев (*матрица типа А*);

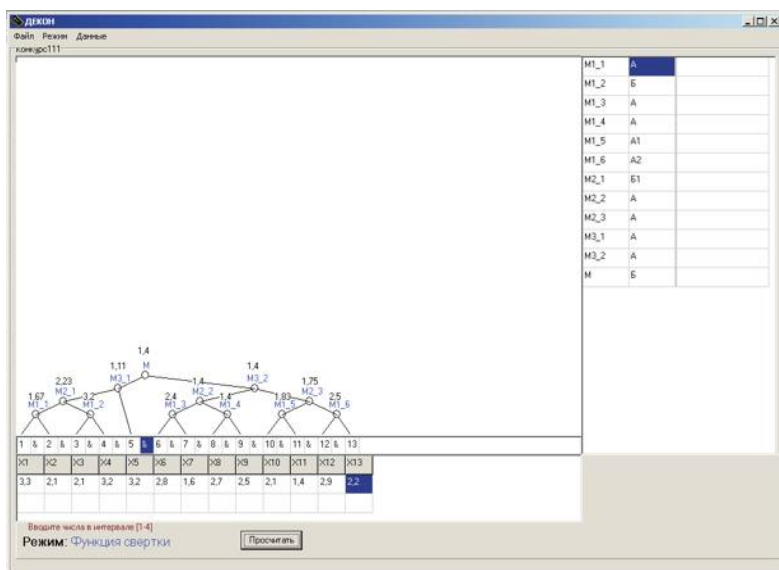


Рис. 5.5. Дерево комплексного оценивания заявок участников в номинации «Строительство»

- свертка M1_2 критериев «соответствие мировому уровню» и «инновационность и наукоемкость» в обобщенный параметр «соответствие классу ноу-хау» по принципу стимулирования развития хотя бы одного из двух критериев (*матрица типа Б*);
- свертка M1_3 критериев «превышение уровня государственных стандартов качества» и «гарантированность качества» в обобщенный параметр «обобщенный показатель качества» по принципу стимулирования развития обоих критериев (*матрица типа А*);
- свертка M1_4 критериев «эргономичность» и «эстетичность» в обобщенный параметр «привлекательность для персонала» по принципу стимулирования развития обоих критериев (*матрица типа А*);
- свертка M1_5 критериев «межремонтный период» и «ремонтпригодность» в обобщенный параметр «способность к восстановлению» по принципу стимулирования

развития обоих критериев с приоритетом первого критерия (*матрица типа А1*);

- свертка М1_6 критериев «доступность утилизации» и «экологичность» в обобщенный параметр «сопряжение с окружающей средой» по принципу стимулирования развития обоих критериев с приоритетом второго критерия (*матрица типа А2*);
- свертка М2_1 критериев «технологичность» и «соответствие классу ноу-хау» в обобщенный параметр «класс фирмы» по принципу стимулирования развития хотя бы одного из двух критериев с приоритетом первого критерия (*матрица типа Б1*);
- свертка М2_2 критериев «обобщенный показатель качества» и «привлекательность для персонала» в обобщенный параметр «привлекательность блага» по принципу стимулирования развития обоих критериев (*матрица типа А*);
- свертка М2_3 критериев «способность к восстановлению» и «сопряжение с окружающей средой» в обобщенный параметр «уровень эксплуатационной пригодности» по принципу стимулирования развития обоих критериев (*матрица типа А*);
- свертка М3_1 критериев «класс фирмы» и «актуальность для отрасли» в обобщенный параметр «уровень производства в отрасли» по принципу стимулирования развития обоих критериев (*матрица типа А*);
- свертка М3_2 критериев «привлекательность блага» и «уровень эксплуатационной пригодности» в обобщенный параметр «привлекательность товара» по принципу стимулирования развития обоих критериев (*матрица типа А*);
- свертка М критериев «уровень производства в отрасли» и «привлекательность товара» в обобщенный параметр «позиция в номинации конкурса» по принципу стимулирования развития хотя бы одного из двух критериев (*матрица типа Б*).

Таблица 5.1

**Экспертные оценки
конкурсных заявок
по частным
критериям**

Значение критериев:	V1	V2	V3
X1	1,1	2,2	3,3
X2	2,3	3,3	2,1
X3	1,2	1,7	2,1
X4	1,7	2,4	3,2
X5	3,2	2,1	3,2
X6	2,5	1,8	2,8
X7	2,1	3,1	1,6
X8	3,1	2,3	2,7
X9	1,9	1,1	2,5
X10	2,9	2,2	2,1
X11	3,7	3,1	1,4
X12	2,8	4	2,9
X13	1,1	1,9	2,2

Таблица 5.2

**Комплексные оценки
конкурсных заявок
в номинации
«Строительство»**

Результат:	W1	W2	W3
M1_1	1,12	2,22	2,11
M1_2	1,7	2,4	3,2
M1_3	2,15	1,8	1,6
M1_4	1,9	1,12	2,5
M1_5	3,7	3,11	1,4
M1_6	2,11	2,9	2,89
M2_1	1,15	2,27	2,2
M2_2	1,89	1,13	1,56
M2_3	2,12	2,9	1,4
M3_1	1,16	2,11	2,2
M3_2	1,89	1,13	1,42
M	1,88	2,1	2,26

5.3. Процедура анализа финансового состояния предприятия

Типовая задача обоснования направлений развития экономических объектов имеет исходную позицию в виде набора значений экономических показателей, полученных в результате традиционного экономического анализа.

Возьмем некоторое абстрактное предприятие. Выделим интересные экономические показатели для определения состояния (получения комплексной оценки). Параметры и их значения представлены в табл. 5.3. Рассмотрим их:

1. Коэффициент финансовой независимости

Коэффициент финансовой независимости (коэффициент автономии) определяется как отношение собственного капитала

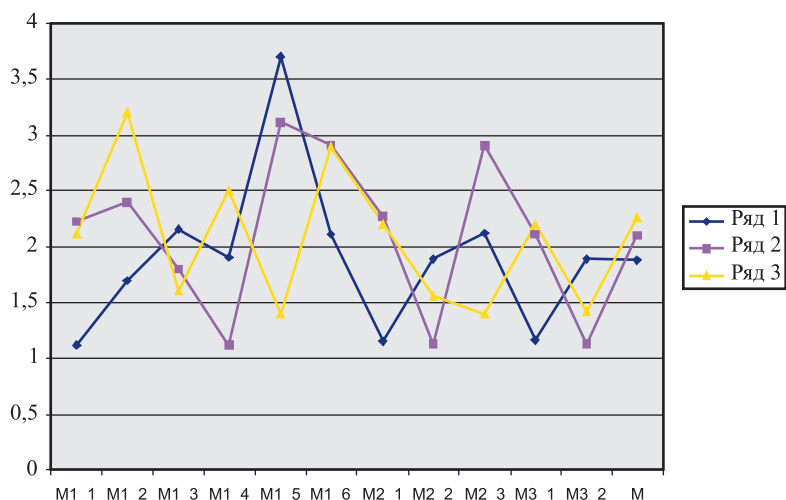


Рис. 5.6. Динамика комплексного оценивания заявок участников конкурса в номинации «Строительство»

к сумме всех средств (сумма капитала и резервов, краткосрочных пассивов и долгосрочных обязательств), авансированных предприятию (или отношение величины собственных средств к итогу баланса предприятия).

Т а б л и ц а 5.3

Результаты деятельности предприятия

№ п/п	Параметры	Обозначение	Рекомендованное значение	Текущее значение
1	Коэффициент финансовой независимости	$X_{\text{фн}} = 0-1$	$X_{\text{фн}}^{\text{ном}} = 0,5$	0,56
2	Коэффициент абсолютной (быстрой) ликвидности	$X_{\text{ал}} = 0-1$	$X_{\text{ал}}^{\text{ном}} = (0,15-0,2)$	0,3
3	Чистая прибыль	$X_{\text{чп}}$, млн руб.	—	3
4	Внутренняя норма доходности	$X_{\text{внд}}$	—	0,67
5	Удельный вес управленческих расходов	$X_{\text{ур}}$, %	$X_{\text{ур}}^{\text{ном}} = (5-20 \%)$	5,7

Коэффициент финансовой независимости $X_{\text{фн}}$ характеризует зависимость фирмы от внешних займов. Чем ниже значение

коэффициента, тем больше займов у компании, тем выше риск неплатежеспособности. Низкое значение коэффициента отражает также потенциальную опасность возникновения у предприятия дефицита денежных средств.

Рекомендуемое значение для данного показателя равно 0,5–0,8 (в зависимости от отрасли, структуры капитала и т. д. может изменяться).

Коэффициент автономии имеет большое значение для инвесторов и кредиторов, т. к. чем выше значение коэффициента, тем меньше риск потери инвестиций и кредитов.

2. Коэффициент абсолютной ликвидности

Коэффициент абсолютной ликвидности — это отношение наиболее ликвидных активов компании к текущим обязательствам. Этот коэффициент показывает, какая доля краткосрочных долговых обязательств может быть покрыта в ближайшее время за счет денежных средств и их эквивалентов в виде ценных бумаг и депозитов, т. е. практически абсолютно ликвидных активов.

В мировой практике достаточным считается значение коэффициента абсолютной ликвидности, равное 0,2–0,3, которое означает, что предприятие может немедленно погасить 20–30 % текущих обязательств.

3. Чистая прибыль

Чистая прибыль — часть балансовой прибыли предприятия, остающаяся в его распоряжении после уплаты налогов, сборов, отчислений и других обязательных платежей в бюджет. Чистая прибыль используется для увеличения оборотных средств предприятия, формирования фондов и резервов, а также для реинвестиций в производство.

Объем чистой прибыли зависит от объема валовой прибыли и величины налогов; исходя из объема чистой прибыли определяются дивиденды акционерам предприятия.

4. Внутренняя норма доходности

При анализе эффективности инвестиционных проектов широко используется показатель внутренней нормы доходности (IRR — internal rate of return) — это ставка дисконтирования, приравнивающая сумму приведенных доходов от инвестицион-

ного проекта к величине инвестиций (т. е. вложения окупаются, но не приносят прибыль). Величина этой ставки полностью определяется «внутренними» условиями, характеризующими инвестиционный проект.

Применение данного метода сводится к последовательной итерации (повторению) нахождения дисконтирующего множителя, пока не будет обеспечено равенство $NPV = 0$.

Выбираются два значения коэффициента дисконтирования, при которых функция NPV меняет свой знак, и используют формулу

$$IRR = i_1 + \frac{NPV(i_1)}{[NPV(i_1) - NPV(i_2)](i_2 - i_1)}.$$

Инвестор сравнивает полученное значение IRR со ставкой привлеченных финансовых ресурсов (CC — Cost of Capital):

- если $IRR > CC$, то проект можно принять;
- если $IRR < CC$, то проект отвергается;
- $IRR = CC$ — значит, проект имеет нулевую прибыль.

5. Удельный вес управленческих расходов

Управленческие расходы — расходы, не связанные с производственной или коммерческой деятельностью предприятия: затраты на содержание аппарата управления, отдела кадров, юридического отдела, освещение и отопление сооружений непроизводственного назначения, командировки, услуги связи и т. д.

Управленческие расходы не имеют привязки к объемам продаж или объемам производства, рассчитываются вне взаимосвязи с динамикой доходов компании.

Для руководителя предприятия (фирмы) является актуальным получение ответа на ряд вопросов:

- качественная оценка деятельности предприятия;
- указание «узких» мест в деятельности предприятия;
- оценка достижимых результатов деятельности предприятия в указанном направлении;
- выбор оптимального из предложенных вариантов улучшения финансового состояния предприятия;

- документирование результатов анализа финансовой деятельности предприятия.

Решение этой задачи по данным табл. 5.3 на сегодняшний день затруднительно, поскольку у руководителя нет необходимой алгоритмической и программной поддержки принятия решения для приведенного случая нескольких независимых критериев (параметров) состояния объекта.

Приведем параметры табл. 5.3 к шкале 1–4. Для этого необходимо построить функции приведения для всех параметров (рис. 5.7).

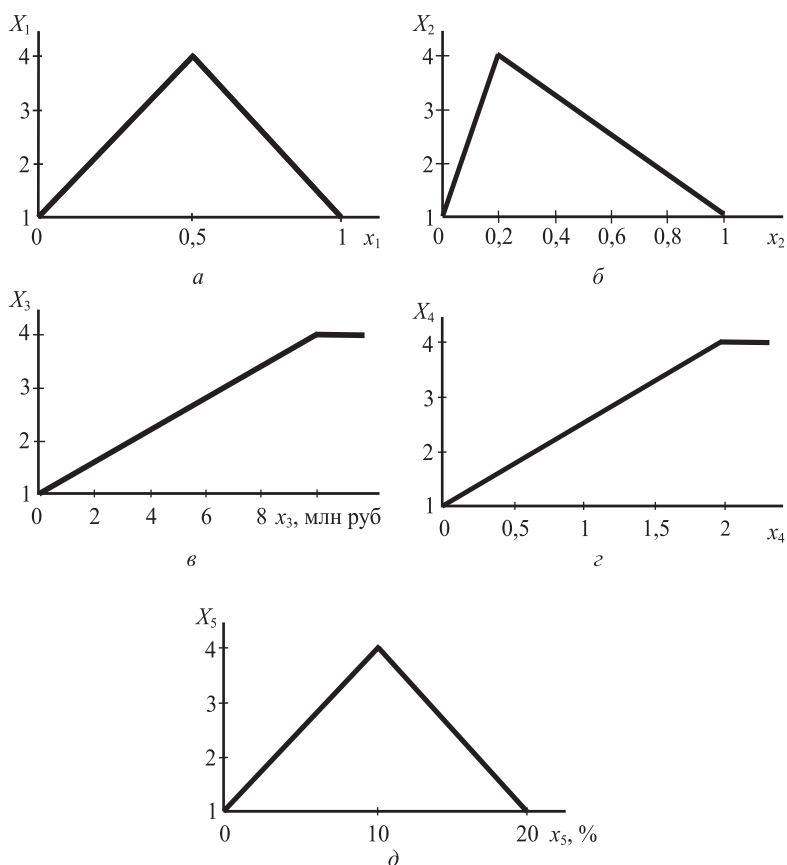


Рис. 5.7. Функции приведения

По функциям приведения параметры получили следующие значения: $X_{\text{фн}} = 3,5$; $X_{\text{ал}} = 3,6$; $X_{\text{чп}} = 1,9$; $X_{\text{внд}} = 2$; $X_{\text{ур}} = 2,7$.

Подставляем значения параметров в модель для получения комплексной оценки (рис. 5.8).

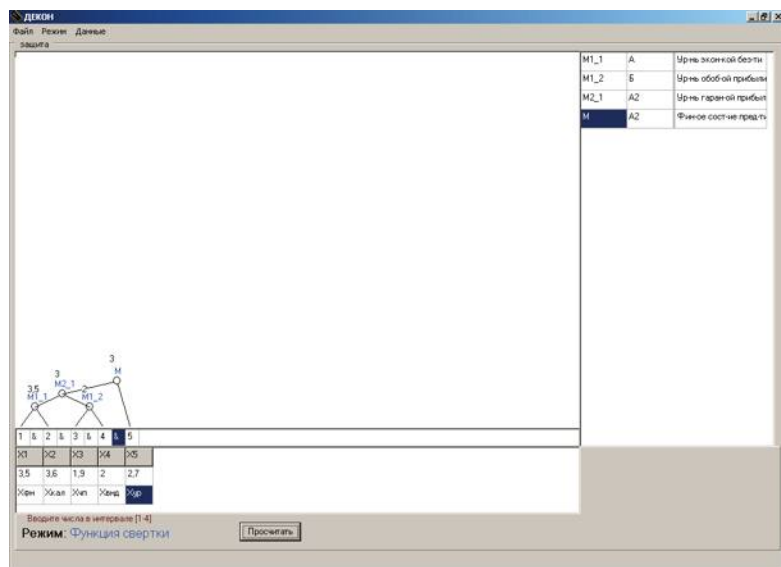


Рис. 5.8. Финансовое состояние предприятия

Прочитав функцию свертки, получили значение 3 — качественная оценка деятельности предприятия («хорошо»).

Для указания узких мест в деятельности предприятия необходимо построить функции чувствительности (см. рис. 5.9–5.13).

По графикам чувствительности видно, что параметры $X_{\text{фн}}$, $X_{\text{ал}}$, $X_{\text{ур}}$ не окажут влияния на комплексную оценку, а параметры $X_{\text{чп}}$ и $X_{\text{внд}}$ повлияют на комплексную оценку при их дальнейшем развитии.

По результатам анализа принимается следующее решение: первоочередной задачей коллектива считать увеличение чистой прибыли и внутренней доходности.

Необходимо улучшить финансовое состояние предприятия. Для этого нужно построить матрицу свертки параметров $X_{\text{чп}}$

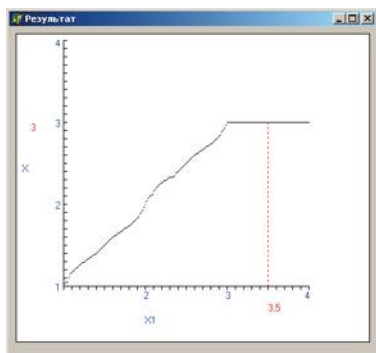


Рис. 5.9. Функция чувствительности параметра $X_{\text{фн}}$

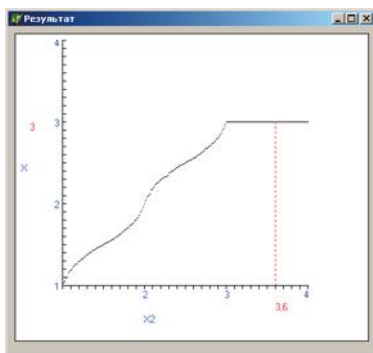


Рис. 5.10. Функция чувствительности параметра $X_{\text{ал}}$

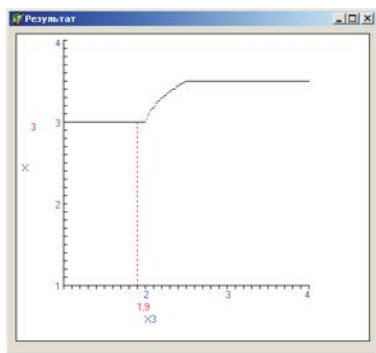


Рис. 5.11. Функция чувствительности параметра $X_{\text{цп}}$

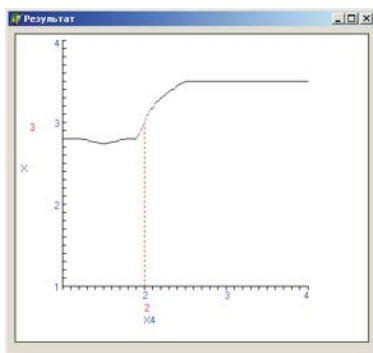


Рис. 5.12. Функция чувствительности параметра $X_{\text{внд}}$

и $X_{\text{внд}}$ (рис. 5.14), т. к. они способны повлиять на комплексную оценку (это видно из функций чувствительности).

Для улучшения финансового состояния следует увеличить чистую прибыль до 10 млн руб., а внутреннюю норму доходности — до значения 2. Следовательно, целесообразно принять решение: разработать возможные варианты развития предприятия в направлении увеличения чистой прибыли и внутренней нормы доходности.

Для улучшения финансового состояния были разработаны варианты развития предприятия (табл. 5.4).

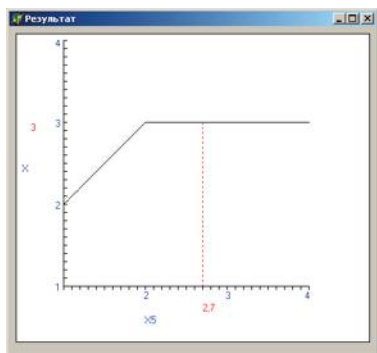


Рис. 5.13. Функция чувствительности параметра X_{yp}

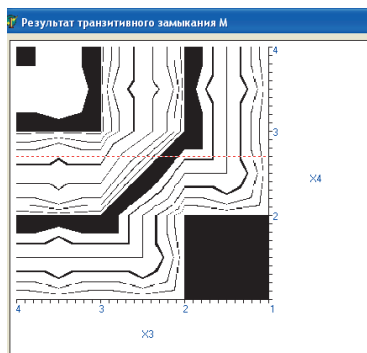


Рис. 5.14. Матрица транзитивного замыкания параметров $X_{чп}$ и $X_{внд}$

Таблица 5.4

**Состояние предприятия
после реализации варианта развития**

Параметр	Вариант			
	Текущее состояние	1	2	3
$X_{фн} = 0 - 1$	0,56	0,56	0,56	0,6
$X_{ал} = 0 - 1$	0,3	0,3	0,3	0,34
$X_{чп}$, млн руб.	3	4,33	4	4,7
$X_{внд}$	0,67	0,6	0,74	0,8
$X_{ур}$, %	5,7	5,7	6,3	5

Таблица 5.5

Приведенные значения параметров

Параметр	Вариант			
	Текущее состояние	1	2	3
$X_{фн} = 0 - 1$	3,5	3,5	3,5	3,2
$X_{ал} = 0 - 1$	3,6	3,6	3,6	3,3
$X_{чп}$, млн руб.	1,9	2,3	2,2	2,4
$X_{внд}$	2	1,9	2,1	2,2
$X_{ур}$, %	2,7	2,7	2,7	2,5
Комплексная оценка	3	3,38	3,29	3,35

Эти параметры также необходимо привести к шкале 1–4, воспользовавшись функциями приведения (см. рис. 5.7). Результаты приведения представлены в табл. 5.5.

Необходимо принять к исполнению вариант № 1, т. к. он имеет максимальную комплексную оценку, которая составляет 3,38.

5.4. Система поддержки принятия решений по кредитованию инвестиционных проектов

Кредитование инвестиционных проектов нуждается в серьезном обосновании и ориентируется на множестве возможных вариантов принятия решений. Современные подходы с позиций традиционного менеджмента не отвечают этим требованиям, поскольку учитывают важнейший из всех факторов — человеческий — лишь в форме концептуальных моделей, описываемых средствами естественного языка и положениями наивной логики.

Возможности новых технологий комплексного оценивания [15], в сравнении с известными [4, 5], охватывают моделирование предпочтений физических и юридических лиц как активных элементов организационных систем, что является актуальным для ряда прикладных задач.

В данном подразделе обсуждаются вопросы полноты инструментальных средств новых технологий комплексного оценивания на примере предлагаемой системы поддержки принятия решений по кредитованию инвестиционных проектов, отличающейся иерархической вложенностью модулей и использованием моделей предпочтений участников бизнес-процессов.

Теоретико-множественная модель соотношения наборов структурных элементов Σ системы поддержки принятия решений и используемых инструментальных средств Ω может быть представлена соответствием

$$G: \Sigma \rightarrow \Omega,$$

которое приводится к соответствию

$$G_1: \Sigma \rightarrow B_\Omega,$$

где B_Ω — оператор булеана на множестве Ω . Достаточность инструментальных средств технологии подтверждается полнотой области определения данного соответствия G_1 .

Вложенность подмножеств структурных элементов $\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3, \dots$ множества Σ определим отношением порядка между подмножествами инструментальных средств:

$$\Omega_1 \subseteq \Omega_2 \subseteq \Omega_3 \subseteq \dots,$$

где

$$\Omega_1 = \bigcup^{\Sigma_1} (G(\Sigma_1)), \Omega_2 = \bigcup^{\Sigma_2} (G(\Sigma_2)), \dots$$

Имеющийся опыт позволяет составить на основе технологий (получивших название «Декон-изопрэис») достаточно полный список модулей, которые могут быть использованы в системе поддержки принятия решений по кредитованию инвестиционных проектов.

1. Выработка совместных взглядов инвестора и управляющей компании по вопросам кредитования физических и юридических лиц (M1).

2. Экспресс-анализ эффективности проектов по данным клиентов с целью предварительного прогноза возможного варианта кредитования (M2).

3. Выдача клиентам пакетов рекомендаций по доработке проектов в направлении более предпочтительных вариантов кредитования (M3).

4. Проектный анализ по данным экспертизы согласно требованиям меморандума группы THOR с целью определения реального варианта кредитования (M4), соответствующего совместным взглядам инвестора и управляющей компании.

5. Выдача клиентам пакетов детальных рекомендаций по приведению совокупности параметров проектов в состояния, адекватные желаемым вариантам кредитования (M5).

6. Оценивание текущей стоимости проекта на основе стоимостных параметров выполненных работ (M6).

7. Определение допустимых вариантов кредитования на этапах сопровождения проектов по критерию их текущей стоимости (M7).

8. Поддержка управленческих решений по оптимальному извлечению прибыли из строящихся и готовых объектов недвижимости (М8).

9. Оптимизация финансовых потоков при управлении портфелем объектов недвижимости (М9).

10. Сопровождение продуктов технологии вслед за меняющимися предпочтениями участников бизнес-процессов (М10) (функционально присутствует в каждом модуле).

Система поддержки принятия решений по кредитованию инвестиционных проектов представлена в виде концептуальной схемы взаимодействия участников бизнес-процессов на рис. 5.15.

Преимущества предложенной системы поддержки принятия решений по кредитованию инвестиционных проектов на основе технологии «Декон-изопрайс» можно сформулировать следующим образом.

1. Повышение эффективности бизнес-процессов поднятием уровня обоснованности принимаемых решений посредством комплексного учета всех существенных факторов в соответствии со степенью их влияния на конечный результат, снижения рисков и уменьшения возможностей манипулирования данными.

2. Повышение привлекательности инвестора удержанием клиентов в системе кредитования до достижения обоюдовыгодного соглашения по реализации предложенных ими проектов с целью расширения объемов прибыльного финансирования без увеличения степени риска во всех фазах жизненного цикла.

3. Целостность методического и инструментального сопровождения на всех стадиях кредитования бизнес-процессов.

4. Возможности оптимизации процедур наполнения и расходования финансовых ресурсов инвестора.

5. Ведение метрического базиса по всем вопросам поддержки и сопровождения бизнес-процессов, включая аспекты человеческого фактора.

6. Структурированность создаваемых систем поддержки принятия решений при управлении бизнес-процессами по принципу

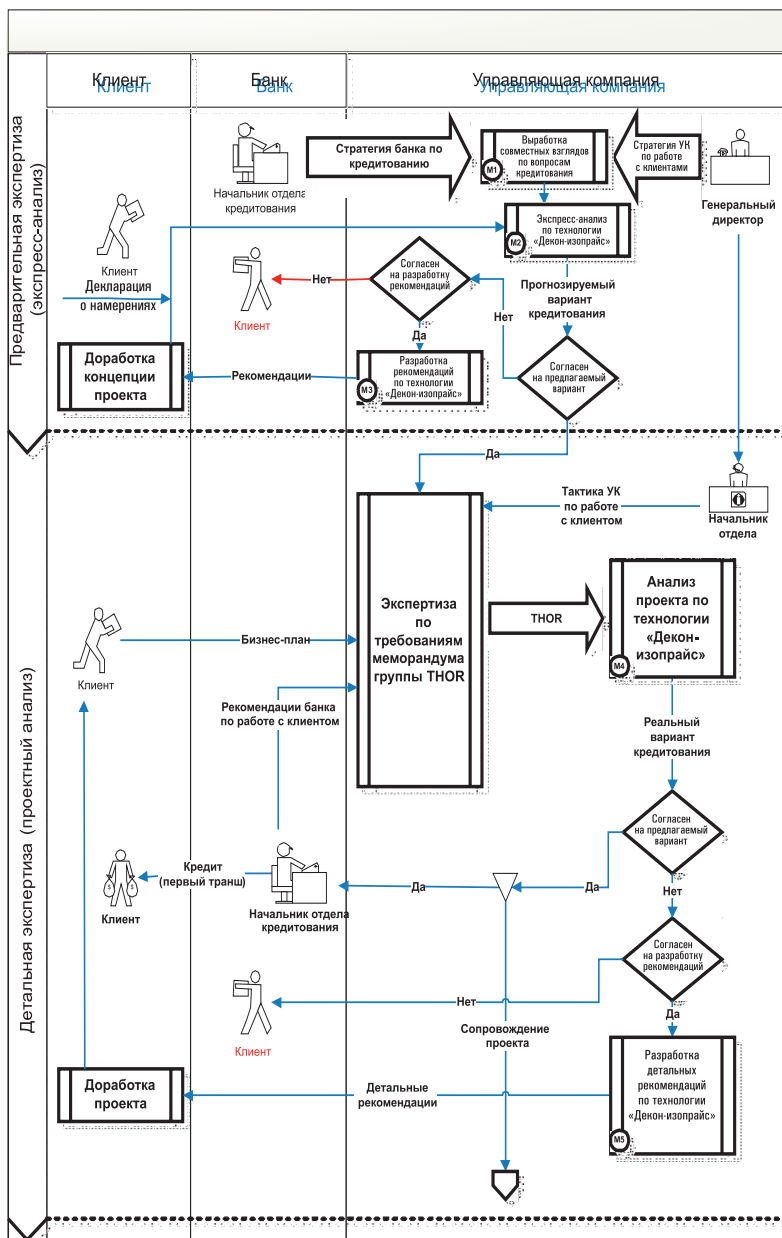


Рис. 5.15. Концептуальная схема взаимодействия участников бизнес-процесса

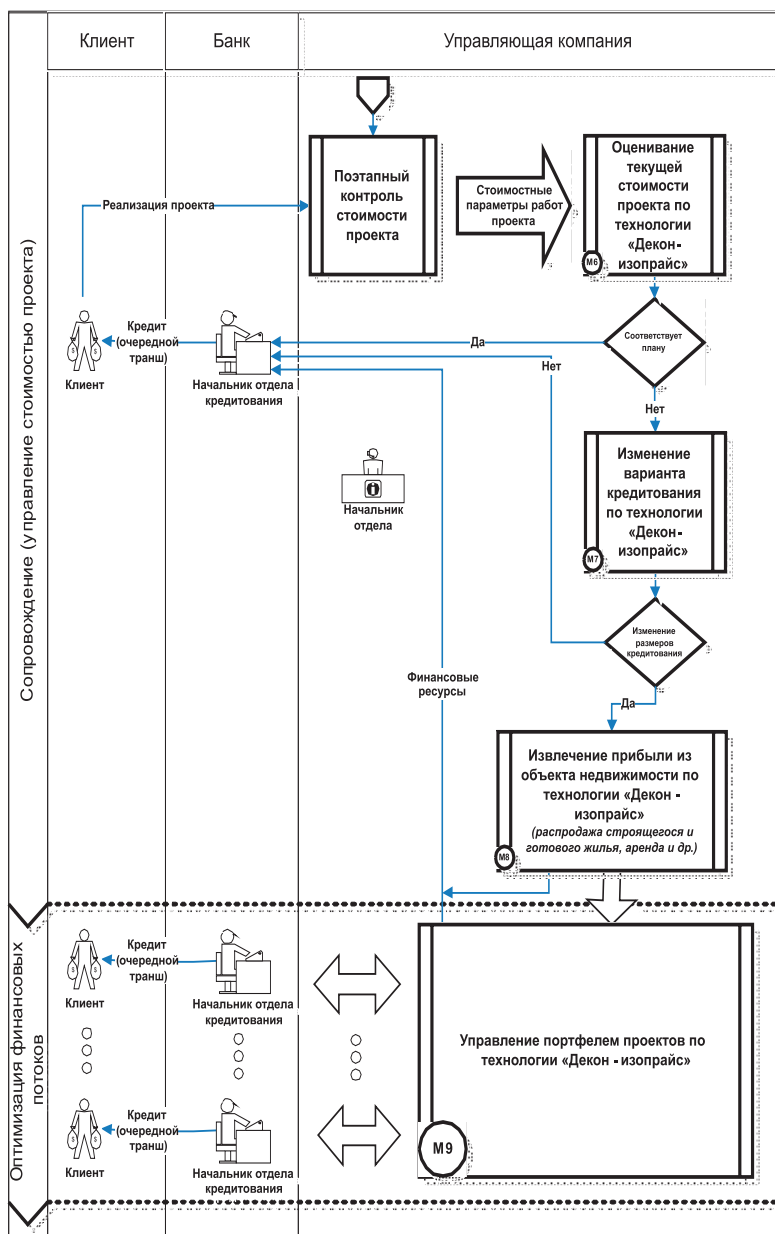


Рис. 5.15. Окончание

вложенности, что позволяет последовательно осуществлять их разработку на каждой стадии внедрения:

- предварительная экспертиза (экспресс-анализ);
- детальная экспертиза (проектный анализ);
- сопровождение (управление стоимостью проекта);
- оптимизация финансовых потоков и др.

При этом каждой стадии предшествует создание соответствующих «Концептуальной схеме взаимодействия участников бизнес-процесса» инструментальных средств по технологии «Декон-изопрайс», их отладка и сопряжение с остальными компонентами модели в соответствии с табл. 5.6.

Таблица 5.6

Операции технологии «Декон-изопрайс»		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Конструирование МКО	1	Конструирование дерева комплексного оценивания (КО)									
	2	Синтез матриц свертки (моделирование предпочтений)									
	3	Разработка функций приведения к стандартной шкале КО									
	4	Разработка функции выведения комплексной оценки									
	5	Построение композиции механизмов комплексного оценивания (МКО)									
	6	Сравнительный анализ процессов свертки частных критериев нескольких объектов оценивания									
	7	Увеличение ранга МКО ветвлением вершин									
	8	Расширение класса канонических матриц свертки переходом к непрерывной шкале их наполнения									

Окончание табл. 5.6

Операции технологии «Декон-изопрайс»			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
	9	Сопряжение МКО с другими компонентами концептуальной схемы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Функционирование МКО	1	Вычисление комплексной оценки в рабочей точке	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	2	Построение функций чувствительности в рабочей точке	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	3	Вычисление транзитивного замыкания (функции чувствительности нескольких переменных)			+		+		+	+	+	+
	4	Ранжирование нескольких объектов КО			+		+		+	+	+	+
	5	Формирование управлений по приведению комплексной оценки в область заданных значений			+		+		+	+	+	+
	6	Построение траекторий развития комплексных оценок во времени							+	+	+	+
	7	Документирование обстоятельств построения и функционирования МКО	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	8	Поиск равновесных состояний в композиции МКО	+						+		+	+
	9	Качественное описание диапазона варьирования комплексной оценки		+		+		+		+	+	+
	10	Построение нейронных схем на основе МКО		+		+		+		+	+	+
	11	Прогнозирование проекций МКО в многомерном пространстве			+		+		+	+	+	+
	12	Обмен данными МКО с другими компонентами концептуальной схемы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Данные этой таблицы удовлетворяют сформулированным выше признакам наличия свойств достаточности инструментальных средств и вложенности структурных элементов в системе поддержки принятия решений.

5.5. Управление распродажей строящегося жилья для решения задачи финансирования строительства из средств дольщиков

В разделе обсуждаются проблемы применимости метода комплексного оценивания к задачам оптимизации управления растущим строительным рынком на основе научно обоснованного прогнозирования кривой спроса.

Укладываемый в рамки рассмотренной модели рынок строящегося жилья существенно отличается от других рынков товаров и услуг.

1. Спрос на конкретное строящееся жилье имеет ярко выраженную положительную динамику и формируется на основе:

- привлекательности застройки,
- более низких цен в сравнении с сектором завершенных новостроек,
- уровня доверия покупателя к ожидаемому событию окончания строительства данного объекта недвижимости,
- покупательской способности потенциальных владельцев жилой собственности.

2. Предложения на данном секторе рынка со стороны управляющей компании формируются в условиях:

- большой неопределенности кривой спроса;
- динамически меняющейся стратегии достижения коммерческой цели (извлечения максимальной прибыли за минимальное время);
- последовательности локальных задач (этапов) распродажи, решением которых всегда является триада: требуемый объем выручки, выставаемый объем продаж и цена за один квадратный метр жилья. Последние два парамет-

ра рассматриваются в иллюстративном плане как основные управляемые факторы.

Следствием указанных особенностей рынка строящегося жилья является риск возникновения издержек управляющей компании в связи с принятием неоптимального решения на каждом этапе распродажи. Поясним это на примере.

Продажа дольщикам строящегося жилья производится управляющей компанией (УК) поэтапно (помесячно) для решения двух основных задач:

- обеспечение за счет средств дольщиков (собственные средства УК ограничены) на каждом этапе $i \in \overline{1, i_{\max}}$, $i_{\max}$ — последний, завершающий месяц стройки, согласованного с предпочтениями УК объема финансирования строительной компанией S_i^+ ;
- минимизация общего объема продаж строящегося жилья к моменту завершения строительства с целью максимизации прибыли УК от распоряжения оставшегося в ее ведении построенного жилого фонда.

Первая задача решается выполнением условия (функция спроса $x_i(S_i^+, x_{\text{ц}})$) на рис. 5.16)

$$x_{\text{ц}}^+ x_i^+ > S_i^+, \quad (5.1)$$

где $x_{\text{ц}}^+$ — заявленная УК на торгах цена 1 м², x_i^+ — планируемый объем продаж.

Для известной функции спроса $x(x_{\text{ц}})$ вторая задача предполагает нахождение оптимального решения $(x_{\text{ц}}^{\text{opt}}, x^{\text{opt}})$ на пересечении обеих функций и означает получение выручки от продаж в строго требуемом количестве

$$S^+ = x_{\text{ц}}^{\text{opt}} \cdot x^{\text{opt}} \quad (5.2)$$

при минимальном объеме продаж по максимально возможной цене, при которой каждый выставляемый на продажу метр площади найдет своего покупателя.

Однако функция спроса неизвестна ввиду отсутствия достаточной статистики, и поэтому гарантированно утверждать, что

принимаемое решение оптимальное ($x_{\text{ц}}^+ = x_{\text{ц}}^{\text{opt}}, x^+ = x^{\text{opt}}$), без достаточного основания нельзя.

Если же принимаемое решение не является оптимальным ($x_{\text{ц}}^+ \neq x_{\text{ц}}^{\text{opt}}, x^+ \neq x^{\text{opt}}$), то последствия такого решения неизбежно приводят к одной из двух форм издержек УК:

- 1) $x'_{\text{ц}} < x_{\text{ц}}^{\text{opt}}, x'_i > x_i^{\text{opt}}$.

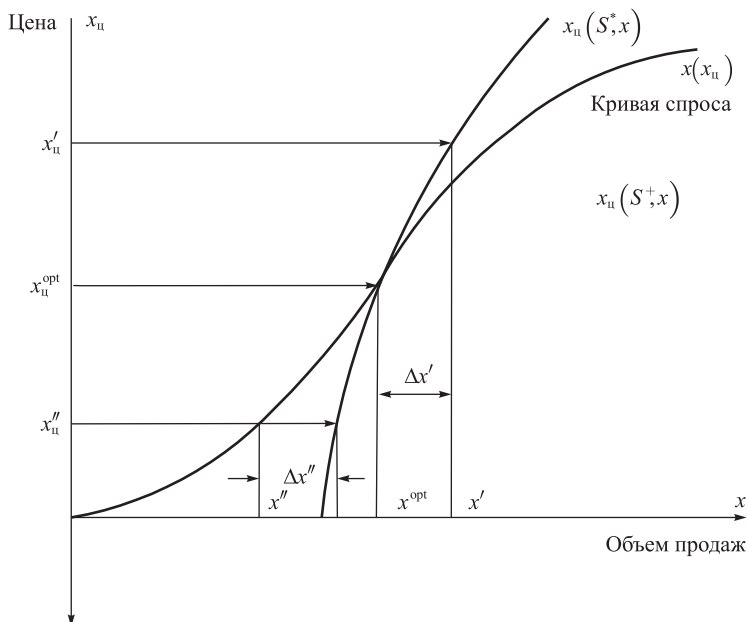


Рис. 5.16. Основные виды издержек управляющей компании в случае принятия неоптимальных решений

Следствием такого вида неоптимального решения является несвоевременная распродажа «излишнего» объема жилой площади в размере

$$\Delta x' = x' - x^{\text{opt}}, \quad (5.3)$$

что приведет к экономическим издержкам на заключительном этапе проекта:

$$\Delta S' = \Delta x' (x_{\text{ц}}^{\text{max}} - x'), \quad (5.4)$$

где $x_{\text{ц}}^{\text{max}}$ — цена жилой площади после завершения строительства;

$$2) x'_{\text{ц}i} > x_{\text{ц}i}^{\text{opt}}, \quad x'_i < x_i^{\text{opt}}.$$

Следствием такого вида неоптимального решения является невозможность осуществления требуемого объема продажи жилой площади для финансирования строительства из-за отсутствия достаточного спроса. Непроданным остается жилье в размере

$$\Delta x'' = \frac{S^+}{x''_{\text{ц}} - x''}, \quad (5.5)$$

что приведет к дефициту средств в размере

$$\Delta S'' = S^+ - \Delta x'' \cdot x''_{\text{ц}}. \quad (5.6)$$

Таким образом, отсутствие адекватных моделей спроса на строящееся жилье снижает экономическую эффективность управления поэтапной продажи строящегося жилья. Отсутствие достаточной статистики делает необходимым поиск альтернативных путей моделирования динамики спроса. Перспективным представляется апробированная на практике методика построения искомой модели на основе механизмов комплексного оценивания, использующих в своей основе экспертную информацию.

Регулируемой величиной системы управления объектом является уровень спроса на жилье x_i , который зависит от цены и должен обеспечивать график финансирования строительства (предпочтения УК — центра) за счет средств частных инвесторов (дольщиков — агентов).

Пусть гипотеза о динамике предпочтений частного инвестора на каждом выделенном этапе строительства (очередная распродажа жилья) описывается семейством кривых спроса, полученных на основе моделирования рефлексий агента методом комплексного оценивания. Каждая кривая спроса представляет собой проекцию свертки как функции двух переменных при фиксированном значении уровня завершенности строительства X_c согласно ежемесячным вертикалям $i = 1-16$ (рис. 5.17). Это означает, что объем ожидаемых в соответствии с прогнозируемым спросом продаж представляется в принятой для матриц свертки шкале 1–4. Приведение комплексной оценки к размер-

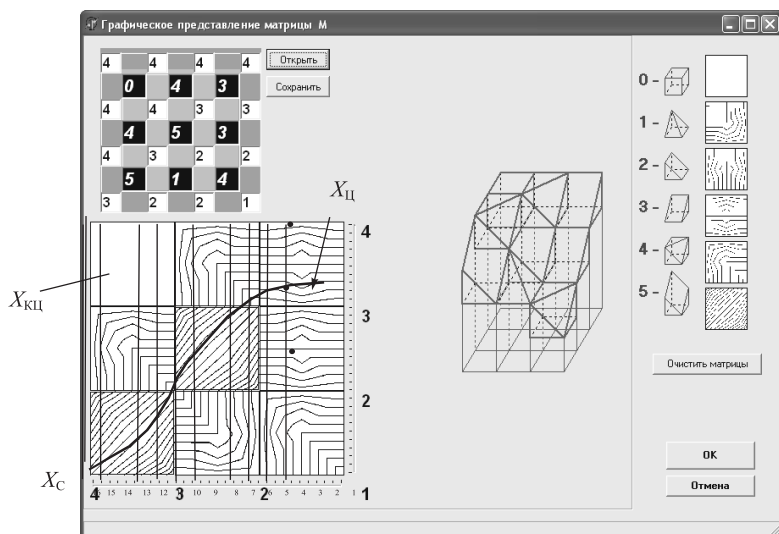


Рис. 5.17. Рефлексивная модель динамики спроса на строящееся на жилье в функции степени завершенности строительства $X_{Ц}$ (X_C)

ности объема продаж как физического параметра (m^2) возможно только в процессе наблюдений (торгов).

Решаемая прикладная задача является частным случаем для модели принятия решений (рис. 1.6). Предпочтения Центра, известные исследователю, доступны для адекватного моделирования и содержат достаточно информации для определения необходимой Центру последовательности траншей S_i^+ . Принятие (суб)оптимального решения Центром на каждом шаге распродаж означает формулировку условий торгов $x_{ци}^+$. Для известной функции спроса $x_i(x_{ци})$ это соответствует установке второго параметра торгов — $x_i^+(x_{ци}^+)$. Решение агента (дольщиков) прогнозируется на основе его предпочтений, воспринимаемых Центром в модели (см. рис. 1.6) рефлексией $\hat{x}_i(x_{ци})$, в условиях неопределенности и отличающихся от действительных предпочтений агента.

Проводимые торги (наблюдения) по расхождению ожидаемых Центром решений агента и его реальных действий предоставляют достаточную информацию для уточнения модели агента.

Идентификация кривых спроса на строящееся жилье заключается в привязке качественной шкалы итоговой матрицы X к шкале метрической x_i и осуществляется в следующей последовательности, иллюстрируемой на основе реальных данных.

На первом шаге продажная цена жилья устанавливается в размере 26 тыс. руб./м² экспертно без достаточного обоснования: точка принятия решения 1 на рис. 5.18, лежащая на кривой очередного транша (19 млн руб.).

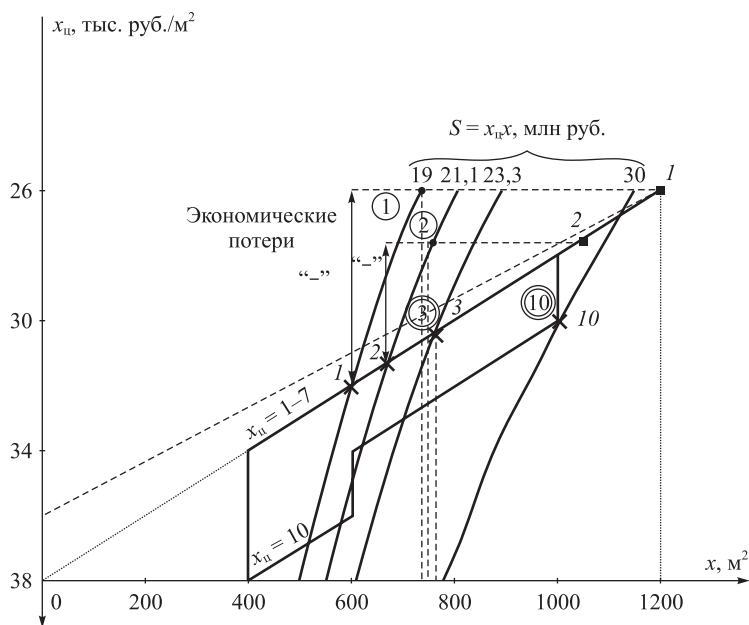


Рис. 5.18. Управление продажами квартир строящегося дома: ○ — принятие решения; × — оптимальное решение; ■ — реальный вопрос; ◎ — принятие оптимального решения

Нерациональность решения приводит к экономическим потерям, размеры которых выяснятся только после идентификации кривой спроса сопоставлением данного решения с оптимальным решением 1 . Результаты торга (наблюдения) идентифицируют точку реального спроса 1 .

На втором шаге принятие решения (28 тыс. руб./м²) осуществляется выбором точки пересечения кривой следующего транша (21,1 млн руб.) и гипотетической кривой спроса (пунктирная линия), проходящей через известную точку реального спроса 1. Экономические потери принятого решения впоследствии могут быть оценены его сравнением с оптимальным решением 2. Результаты торга (наблюдения) определяют точку реального спроса 2. Это позволяет идентифицировать кривую спроса, полагая, что полученная кривая спроса в области принятия решений имеет линейную форму.

На третьем шаге становится возможным принятие оптимального решения 3. В случае нелинейности кривой спроса завершение процесса ее идентификации может потребовать большего числа шагов.

В приведенном примере полагалась неизменность кривой спроса на протяжении нескольких торгов (наблюдений). В действительности уже на десятом шаге реальная кривая спроса существенно отличалась от своего первоначального вида, что потребовало учета данного факта при принятии оптимального решения 10. Таким образом, предложенная процедура идентификации кривой спроса имеет методическую ошибку, обусловленную предположением о ее слабой динамике на интервале достаточного числа наблюдений. Уменьшение методической ошибки может быть достигнуто выбором частоты наблюдений (торгов) до уровня ε -оптимальности при условии их физической реализуемости. Описанная процедура идентификации способна обеспечить и определенную адекватность рефлексивной модели спроса для семейства систем данного класса.

Построение достаточно точных приближений модели спроса к реальным кривым спроса обеспечивает гарантированное повышение экономической эффективности управления процессом распродаж за счет установления (суб)оптимальных значений основных управляющих факторов x , x_d . На приведенных графиках (рис. 5.19) динамика кривой спроса не превышает 3–5 % за этап, что делает вполне приемлемой величину методической ошибки оптимизации.

Преимуществами предлагаемого подхода к управлению распродажей строящегося жилья на основе моделирования

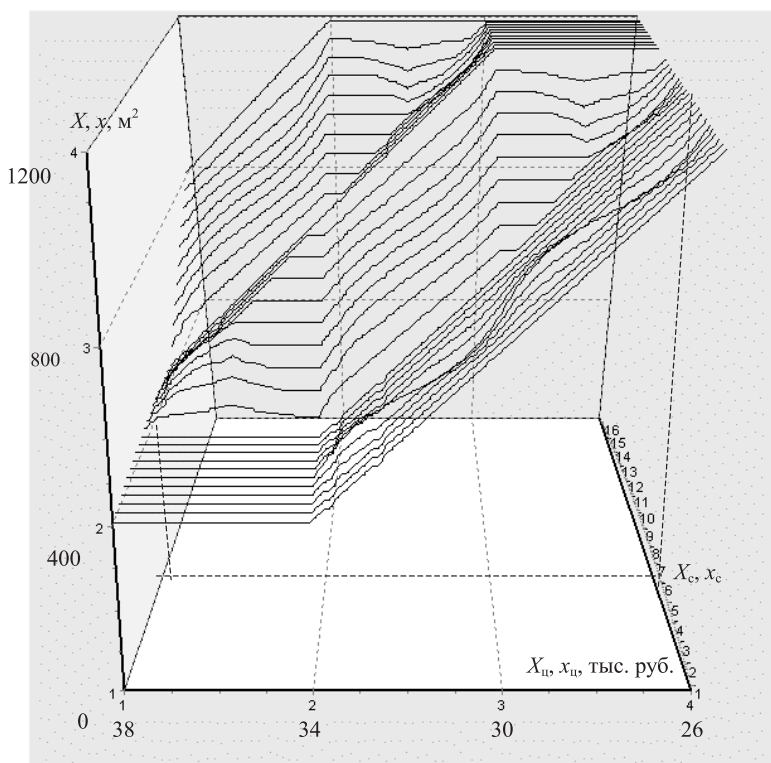


Рис. 5.19. Динамика функций спроса в зависимости от уровня завершенности строящегося жилья

предпочтений участников строительного рынка являются следующие.

1. Снижение экономических потерь (упущенной выгоды) за счет параметрической идентификации и прогнозирования реальной функции спроса, позволяющей принимать оптимальные или близкие к оптимальным решения.

2. Документируемое обоснование принимаемых решений, необходимое для последующего детального анализа и совершенствования методики.

3. Возможности оптимизации графиков распродажи строящегося жилья с целью удержания их в области принятия (суще-

ствования) оптимальных решений, максимизирующих совокупную прибыль управляющей компании.

Эффективность данного подхода свидетельствует о возможности его развития в направлении расширения состава управляющих параметров и о перспективности использования механизмов комплексного оценивания в рыночных моделях.

5.6. Методика обоснования технического задания на разработку конкурентоспособной продукции

Обоснование технического задания на разработку конкурентоспособной продукции является важнейшим звеном при определении стратегии развития предприятия в условиях жесткой конкуренции и быстроменяющихся предпочтений потенциальных потребителей. Естественно, что предприятие заинтересовано в наиболее полном использовании имеющегося у него инновационного потенциала.

Однако качественное решение этой проблемы сталкивается с учетом многих факторов, характерных для многокритериальных задач, для которых традиционные методы, например, связанные с принятием Парето-решений, не предоставляют проект-менеджеру достаточно удовлетворительной поддержки. Действительно, выбор решения проект-менеджером должен осуществляться с учетом предпочтений заказчика по качеству продукции, возможностей конкурентов и состояния рынков.

Математическую постановку данной научной проблемы можно формализовать следующим образом.

Введем обозначения:

X_{Θ} — показатель качества базового объекта;

X^n — показатель качества объекта на стадиях его развития,

где $n = 0, 1, 2, \dots$;

$X_i^n, i \in I$ — множество значений частных критериев качества объекта;

$X^n(X_1^n, \dots, X_{|I|}^n)$ — функция свертки частных критериев

в комплексный показатель;

Z — множество средств повышения качества объекта;

$B(Z) = B_Z$ — множество подмножеств средств из B ;

$\rho^B \in B_Z$ — подмножество средств из B_Z ;

$X_i^n(\rho^B)$ — значение частного критерия;

B_Z^2 — множество возможных наборов подмножеств средств из B_Z ;

ε^Z — набор подмножеств средств из B_Z^2 .

Пусть установлен кортеж потребных значений показателя качества объекта на стадиях его развития (траектория) $\bar{X} = \bar{X}^0, \bar{X}^1, \dots, \bar{X}^K$. Необходимо установить такой набор подмножеств средств $\bar{\varepsilon}^Z$, который для каждой стадии развития n предлагает подмножество средств $\bar{\rho}^Z$, дающее наилучшее приближение $X^n(\bar{X}_1^n(\bar{\rho}^Z), \dots, \bar{X}_{|I|}^n(\bar{\rho}^Z)) \rightarrow \bar{X}^n$, или, в виде предиката,

$$(\forall \bar{X}^n \in \bar{X})(\exists \bar{\rho}^Z \in \bar{\varepsilon}^Z)P(X^n(\bar{X}_1^n(\bar{\rho}^Z), \dots, \bar{X}_{|I|}^n(\bar{\rho}^Z)) \rightarrow \bar{X}^n). \quad (5.7)$$

Отсюда вытекают частные задачи исследования:

- разработать модели и методы перечисления множества Z ;
- разработать методику построения кортежа (траектории) развития объекта в интересах заказчика;
- построить процедуру нахождения решения предиката (5.7);
- создать инструментальные средства поддержки принятия решения.

Поддержку принятия решений проект-менеджером предлагается осуществлять моделированием его предпочтений на уровне комплексного оценивания. Пусть на этапе анализа состояния предприятия получены следующие значения показателей продукции, показанные в табл. 5.7: $\tilde{X}_{\text{стм}}$ — стоимость; $\tilde{X}_{\text{мгх}}$ — массогабаритные характеристики; $\tilde{X}_\varepsilon$ — эксплуатационные характеристики.

Алгоритм комплексного оценивания продукции предприятия состоит в следующем.

1. Получение экспертной оценки для каждого критерия и приведение значений этих критериев к стандартной шкале [1, 4] с использованием функций приведения (функция приведе-

ния критерия стоимости представлена на рис. 5.20, а общие данные по приведению в табл. 5.8).

Таблица 5.7

№ п/п	Группа видов продукции		
	Стоимость (у. е.)	МГХ (у. е.)	$P_{бсб}^{z_i}$
1	10,1	10	0,4
2	11,2	125	0,43
3	10,9	130	0,32
4	14,56	128	0,38
5	12	122	0,41
6	13	111	0,52
7	14,1	123	0,46
8	15	132	0,42
9	11,4	100	0,39
10	10,2	102	0,43
11	10,8	114	0,41
12	11,9	120	0,35

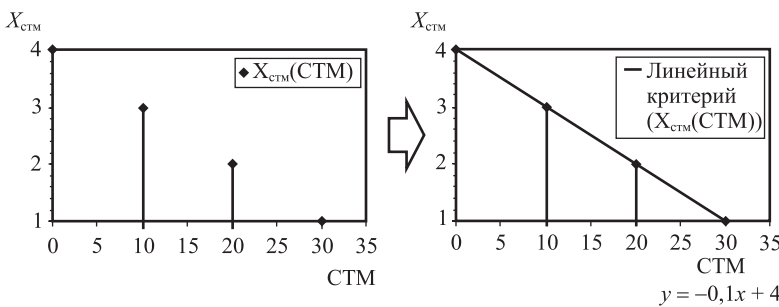


Рис. 5.20. Приведение значений критерия стоимости (СТМ) к стандартной шкале

2. Построение дерева оценивания (рис. 5.21): $\tilde{X}_{ст}$ — свертка показателей $\tilde{X}_{СТМ}$ и $\tilde{X}_{МГХ}$, а $\tilde{X}_{П}$ — комплексная оценка.

3. Моделирование предпочтений заказчика конструированием матриц свертки (рис. 5.22).

Таблица 5.8

№ п/п	Группа видов продукции № 1 (приведенные значения критериев)				
	$\tilde{X}_{\text{стм}}$	$\tilde{X}_{\text{мгх}}$	$\tilde{X}_3$	$\tilde{X}_{\text{см}}$	$\tilde{X}_{\text{п}}$
1	2,99	3,8	2,17936	3,8	2,18314
2	2,88	1,5	2,269567	2,81	2,26956
3	2,91	1,4	1,938808	2,87	1,93425
4	2,544	1,44	2,119222	2,54	2,17973
5	2,8	1,56	2,209429	2,74	2,22132
6	2,7	1,78	2,540188	2,7	2,54018
7	2,59	1,54	2,359774	2,57	2,38760
8	2,5	1,36	2,239498	2,5	2,32386
9	2,86	2	2,149291	2,86	2,14929
10	2,98	1,96	2,269567	2,98	2,26956
11	2,92	1,72	2,209429	2,9	2,20942
12	2,81	1,6	2,029015	2,76	2,03679

Результаты вычислительного эксперимента размещены в табл. 5.8 и отображены на рис. 5.23.

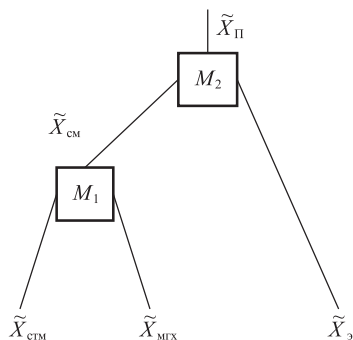


Рис. 5.21. Дерево комплексного оценивания типов производимой продукции

Для принятия решения о выборе предпочтительного вида продукции проект-менеджеру необходимо учесть время соответствующей технологической наладки производства, которое может повлиять на последовательность реализуемых проектов модернизации выпускаемого товара. С этой целью на топологии матриц свертки строятся области допустимых значений показателей продукции

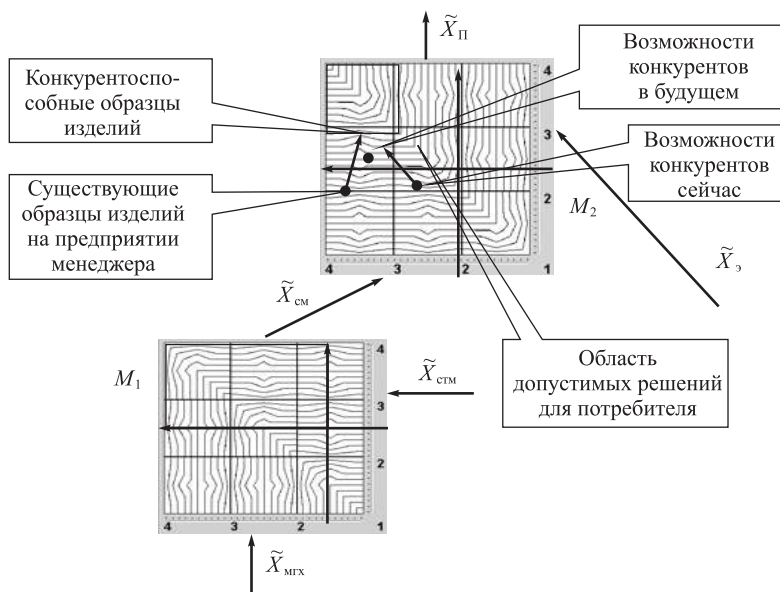


Рис. 5.22. Синтезированный механизм комплексного оценивания

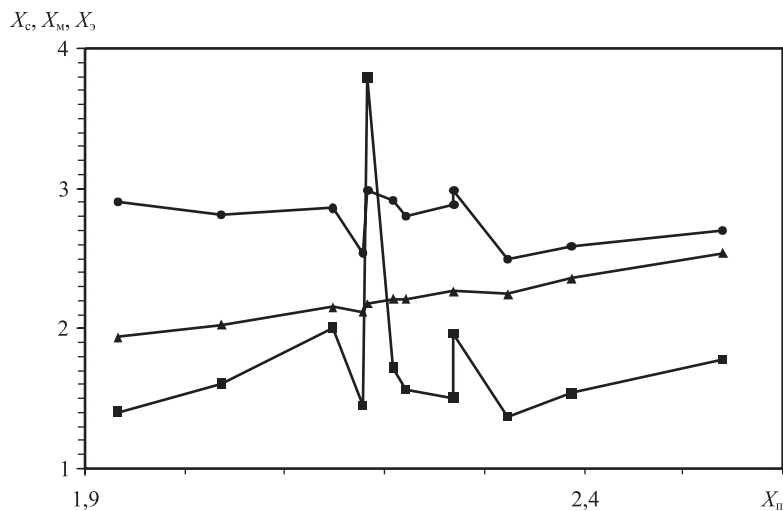


Рис. 5.23. Экспериментальные данные о зависимости качества продукции от значений частных параметров

$$\tilde{X}_{\Pi} > \tilde{X}_{\Pi}(\tilde{X}_{\text{С}}^3, \tilde{X}_{\text{М}}^3, \tilde{X}_{\text{Э}}^3) = \tilde{X}_{\Pi}(\tilde{X}_{\text{СМ}}(\tilde{X}_{\text{С}}^3, \tilde{X}_{\text{М}}^3), \tilde{X}_{\text{Э}}^3),$$

области ожидаемых значений показателей конкурентной продукции $\tilde{X}_{\Pi} > \tilde{X}_{\Pi}^{\text{К}}$ и конкурентоспособной продукции $\tilde{X}_{\Pi} > \tilde{X}_{\Pi}^{\text{К}}$.

Предложенная методика предоставляет новые возможности для решения задач производственного менеджмента:

- моделью описывается полное гипотетическое множество технических заданий на выпуск конкурентоспособной продукции;
- предоставляется алгоритм определения принадлежности каждого нового образца продукции к множеству конкурентоспособных проектов;
- среди произвольного подмножества образцов новой конкурентоспособной продукции легко устанавливается абсолютный приоритет;
- появляется возможность построения временной траектории развития (ряд) перспективных образцов конкурентоспособной продукции, вырисовывается технология определения решающих направлений (ключевых параметров) совершенствования продукции.

С использованием данной методики выбор решения проект-менеджером осуществляется с учетом предпочтений заказчика к качеству продукции, возможностей конкурентов и состояния рынков.

5.7. Модели и методы исследования образовательных систем

Главной целью исследования образовательных систем можно считать нахождение педагогических условий, обеспечивающих максимальную эффективность процессов обучения.

Образовательные системы, состоящие из обучаемых (учеников), обучающихся (учителей) и инфраструктуры (подсистемы обслуживания учебного процесса), относятся к классу сложных систем. Они отличаются структурной сложностью, определяемой числом их состояний, разнообразием связей между ними и количеством иерархических уровней восхождения по ступеням позна-

ния, сложностью функционирования (поведения), т. е. правилами перехода из состояния в состояние, и сложностью выбора поведения в многоальтернативных учебных ситуациях, характеризующих целенаправленностью и гибкостью системы при недостаточной определенности педагогических условий. Сложные системы исследуются с позиций системного подхода, одним из основных принципов которого является принцип многомодельности, устанавливающий для каждого класса моделей свою гносеологическую нагрузку. Для образовательного процесса, как правило, модели обслуживаются экспертной (нечеткой) информацией.

Определяющими показателями эффективности (качества) образовательного процесса следует считать степень его устойчивости на этапах достижения частных целей обучения и соответствия сформулированным квалификационным характеристикам. Первый показатель описывает локальную эффективность — эффективность использования текущего учебного времени, второй — глобальную направленность образовательного процесса на овладение обучающимися конкретной специальностью (профессией). Из обоих показателей эффективности складывается качество образовательного процесса. Отсюда вытекает центральная роль педагога в образовательном процессе: последовательное предложение учащемуся на выбор тех, и только тех, частных целей обучения, которые рационально ведут его к погружению в сформулированную предметную область и достаточно строго соответствующую подготовленности респондента к усвоению нового учебного материала. Это ставит задачу систематического контроля уровня определенных знаний, стимулирующего ученика возможностью продолжить участие в образовательном процессе.

Для исследования локальной устойчивости учебно-образовательного процесса построим его упрощенную модель на принципах итеративного научения:

$$z_i = 1 - \exp(-kf_i(z_{i-1})t), \quad (5.8)$$

где $z_i \in [0, 1]$ — полуинтервал (вследствие неисчерпаемой предметной области) уровня обучения ученика на i -м этапе; k — педагогические условия, включающие его индивидуальные способности к обучению; $f_i(z) \in [0, 1]$ — характеристика влия-

ния уровня предшествующих знаний обучаемого на локальную эффективность i -го этапа обучения.

Локально устойчивый образовательный процесс обеспечивает на каждом этапе заданный уровень обучения: $z_i \geq z_c$.

Для тривиального случая

$$-z_i = z_{i-1} = f_i(z) = z_c.$$

Из (5.8) имеет место выражение, устанавливающее минимальную трудоемкость этапа:

$$t_c = \frac{\ln(1 - f(z_c))}{kz_c}. \quad (5.9)$$

Можно показать, что для фиксированной пары (z_c, t_c) , зависящей от педагогических условий k и вида функции $f(z_c)$, наблюдается сходимость уровня обучения $z_{i \rightarrow \infty} \rightarrow z_c$. При начальных отклонениях (возмущениях): $|z_0 - z_c| > 0$.

При обычной дневной форме обучения трудоемкость каждого этапа устанавливается одинаковой для обучаемых с различными значениями параметра k из расчета на некоторый средний уровень t_c , в результате чего возникают то неоправданные потери учебного времени, то негативно проявляющее себя в дальнейшем снижение уровня обучения.

При адаптированной дистанционной форме обучения появляется возможность оптимального выбора трудоемкости этапа обучения исходя из контекстных педагогических условий.

Адаптированность в данном случае может означать следующее:

- установление по методике программированного обучения состава и последовательности локальных мезо- и макропроцессов обучения согласно свойству фрактальности предметной области;
- экспертное обоснование и оценка логических связей между этапами, например, с использованием механизмов комплексного оценивания;
- управление переходом от этапа к этапу по критерию готовности согласно установленному ранее уровню педаго-

гических условий и с учетом активности обучаемых как элементов организационной системы.

Совокупность востребованных для придания адаптированности дистанционной форме обучения моделей и методов представлена на рис. 5.24.

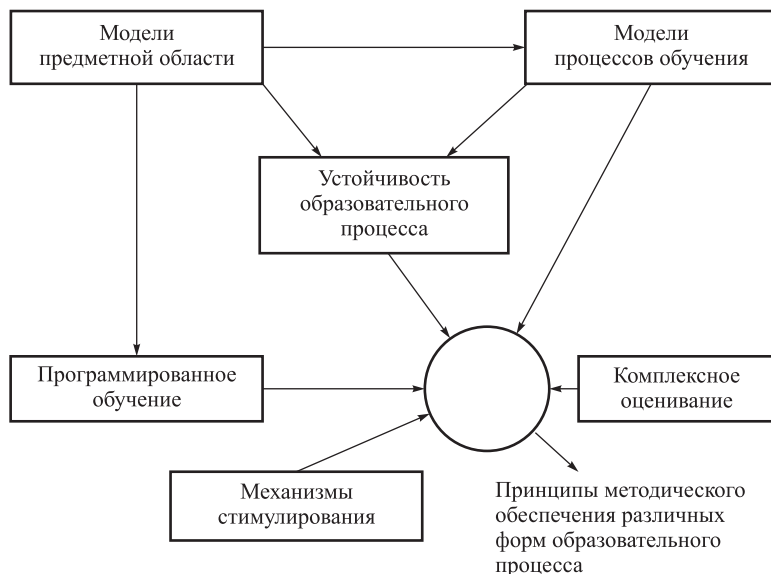


Рис. 5.24. Структура моделей и методы обслуживания дистанционной формы обучения

Целенаправленное развитие дистанционной формы обучения в рамках перечисленных средств научного исследования способно раскрыть огромный потенциал, заложенный в новых возможностях индивидуального подхода, предоставленных современными информационными технологиями.

5.8. Моделирование критических ситуаций на рынке недвижимости

Установление закономерностей функционирования рынка недвижимости и характера взаимодействий его основных участ-

ников посредством моделирования их предпочтений, определение условий качественных и количественных изменений состояния рынка — актуальные задачи современных экономических исследований.

Исследуя поведение участников рынка, необходимо достичь следующих целей:

- выявить предпочтения участников рынка;
- объяснить, почему субъектами принимаются те или иные решения;
- как формируется спрос на различные виды благ;
- как формируется предложение — решение фирм об объемах и способах производства;
- как субъекты рынка приспосабливаются к меняющимся условиям рынка.

В качестве методологической базы моделирования объекта исследования выбрана технология комплексного оценивания с использованием бинарных деревьев целей (критериев) и топологии матриц нечеткой свертки в виде семейства линий одинаковой цены (изопрайс).

Процедура исследования естественным образом разбивается на этапы:

- расширение класса матриц нечеткой свертки на случай нечеткой функции нечетких аргументов для моделирования катастрофических ситуаций и областей бифуркации;
- разработка математических и программных моделей многофакторных функций спроса и предложения;
- моделирование рыночного пространства наложением предшествующих моделей в широком диапазоне предпочтений участников рынка;
- исследование рынка недвижимости в рамках поставленной цели.

Поведение действующих на рынке субъектов взаимообусловлено и многофакторно. Ключевым моментом моделирования следует считать представление многофакторных функций спроса и предложения, которое является главным предметом обсуждения в данном разделе.

Пусть факторами детерминанта спроса (предпочтения покупателей) являются:

P^d — цена покупки 1 м² недвижимости основного вида;

$(P_1^s, \dots, P_n^s)$ — цены на иные виды недвижимости, заменяющие основной вид недвижимости (найм, аренда, субаренда, покупка и т. д.);

$(P_1^c, \dots, P_m^c)$ — цены на услуги, дополняющие данное благо в потребление: налоги, содержание, развитие недвижимости и т. д.;

Y — доход потребителя, выделяемый им для покупки данной недвижимости;

Z — вкусы и предпочтения потребителя недвижимости как блага;

N — объективные, естественные (внешние) условия потребления (окружающая среда, климат, внешнее окружение);

E — ожидания потребителей (динамика законодательства, изменение внешних условий, тенденции рынка и т. д.).

В общем виде функция спроса есть функция многих переменных:

$$Q^d = F(P^d, P_1^s, \dots, P_n^s, P_1^c, \dots, P_m^c, Y, Z, N, E).$$

Сокращение числа принимаемых во внимание факторов диктуется целями моделирования. На данной методологической основе можно предложить следующий, в перспективе расширяющийся, ряд моделей функции спроса.

$Q_1^d = F_1(P^d, Z)$ — для описания зависимости спроса от цены и привлекательности объекта недвижимости (семейство кривых спроса по уровням привлекательности) — соответствие цены размеру благ.

$Q_2^d = F_2(P^d, Y)$ — для описания зависимости спроса от цены и дохода потребителей (семейство кривых спроса по уровням дохода).

$Q_3^d = F_1(F_2(P^d, Z), Z)$ — для описания зависимости спроса от композиции цены и дохода потребителей с привлекательностью объекта недвижимости.

$Q_4^d = F_2(F_1(P^d, Z), Y)$ — для описания зависимости спроса

от композиции сверток цены и привлекательности объекта недвижимости с доходом пользователя.

Наиболее перспективной моделью является Q_4^d , поскольку предложение в этой модели формируется от «соблазна» привлекательности, после чего меняется взгляд на потребную для этого долю дохода и другие виды ресурсов.

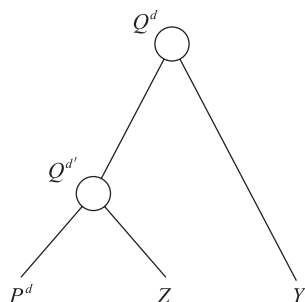


Рис. 5.25. Модель формирования функции спроса

Тогда модель (рис. 5.25) может быть принята базовой для некоторого семейства моделей спроса, где

$Q^{d'}$ — уровень спроса с учетом привлекательности товара;

Q^d — уровень спроса с учетом привлекательности и доступности по уровню дохода;

P^d — субституты P^s ;

Z — компоненты привлекательности (условия потребления N , цены на блага P^c);

Y — компоненты дохода (ожи-

дание потребителей E).

Пусть факторами детерминанта предложения (предпочтения поставщиков) являются:

P^s — цена за 1 м² минимально приемлемая для продавца базового объекта;

$(P_1^s, \dots, P_n^s)$ — цена товаров-субституттов (найм, аренда, субаренда, покупка и т. д.);

$(P_1^c, \dots, P_m^c)$ — цены на услуги, дополняющие данное благо в потребление: налоги, содержание, развитие недвижимости и т. д.;

C — издержки на производство и содержание до продажи;

T — налоги и субсидии;

N — объективные внешние (природные) условия производства;

E — ожидания производителей (динамика цен на ресурсы, законодательство, тенденции рынка).

В общем виде функция предложения есть функция многих переменных:

$$Q^s = F(P^s, P_1^s, \dots, P_n^s, P_1^c, \dots, P_m^c, C, T, N, E).$$

Сокращение числа принимаемых во внимание факторов диктуется целями моделирования. На данной методологической основе можно предложить в перспективе расширяющийся ряд моделей функции предложения (рис. 5.26):

$$Q_1^s = F_1(P, S),$$

$$Q_2^s = F_2(P, T),$$

$$Q_3^s = F_1(F_2(P, T), C),$$

$$Q_4^s = F_2(F_1(P, C), T).$$

Предметом исследований с помощью этих моделей могут быть чувствительность кривой спроса (предложения) к вариациям предложений (спроса); динамика кривой спроса (предложения) при известных временных изменениях предпочтений; возможные интервалы вариаций спроса (предложения) как транзитивные чувствительности пар (и более) предпочтений. Отсутствие равновесия между спросом и предложениями на рынке является

условием возникновения игровых ситуаций, среди которых особый интерес представляют критические ситуации. Этот тип неантагонистических игр приобретает новое прочтение в связи с привлечением к их описанию механизмов комплексного оценивания.

Совместное использование построенных семейств функций спроса и предложения приводит к композиции моделей, которые могут служить инструментом прогнозирования критических ситуаций на рынке недвижимости методом имитационного игрового моделирования.

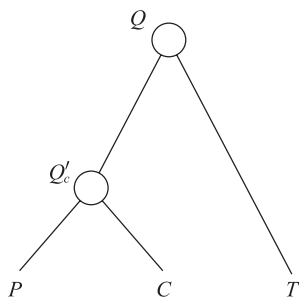


Рис. 5.26. Модель формирования функции предложения

5.9. Учет стратегий социально-экономического развития регионов при разработке земельного кадастра

Важнейший итог земельных преобразований в России — становление разнообразных форм земельных отношений, формирование рынка земельных участков и прочно связанной с ними недвижимости.

Осуществление земельной реформы ведет к увеличению социального, инвестиционного, налогового потенциала земли и превращению ее в мощный самостоятельный фактор экономического роста регионов и страны в целом.

Материальные оценки земель необходимы для ценового зонирования и проведения налоговой реформы, формирования справедливого налогообложения на базе реальной стоимости земельных участков.

Средние аукционные цены на государственные и муниципальные земли в городах и поселках при продаже гражданам для целей ИЖС составляют 17,7 тыс. руб./м².

Данные сделок с землей пока трудно использовать для оценки земель и налогообложения. В этих условиях особую общественную значимость приобретают проводящиеся Федеральной службой земельного кадастра РФ работы по государственной кадастровой оценке земель различных категорий, в ходе которых определяется кадастровая стоимость земельных участков. При этом кадастровая стоимость — расчетная величина, показывающая ценность земельного участка при существующем его использовании.

В современных условиях государственная кадастровая оценка основывается на классификации земель по целевому назначению и видам функционального использования.

На основании различных данных государственной кадастровой оценки земель поселений и проведенных расчетов можно сказать, что при установлении одинаковой ставки земельного налога размером в 0,1 % от кадастровой стоимости для всех видов функционального использования сбор земельного налога увеличится в 1,4 раза.

По полученным результатам можно сделать выводы о том, что местные органы власти получают инструменты для проведе-

ния гибкой налоговой системы, который позволит учитывать социальные факторы, стимулировать экономическое развитие территории.

Это может стать возможным благодаря тому, что разработанная методика позволит учитывать 14 видов функционального использования земель поселений, к которым относят земли под жилыми домами, домами индивидуальной застройки, гаражами, автостоянками и объектами торговли.

По каждому из 14 видов функционального использования земель поселений по кадастровым кварталам определяют кадастровую стоимость. В результате для каждого поселения создают 14 карт кадастровой оценки, на основании которых можно принять решение о стимулировании развития наиболее эффективных видов использования земель в конкретных кадастровых кварталах.

Но данная методика имеет недостатки, которые состоят в следующем:

1. Отсутствие возможностей отображения сложившейся в регионе политики развития территории конкретного субъекта.
2. Невозможность оценки влияния отдельных факторов на комплексную кадастровую стоимость.
3. Отсутствие механизма ранжирования участков земли по их привлекательности с позиций извлечения максимальной прибыли.
4. Низкая эффективность налогов на землю как механизм стимулирования и привлечения граждан в область эксплуатации земель.
5. Отсутствие обоснования вариантов активного воздействия человека на землю с целью увеличения ее кадастровой стоимости.

Для устранения указанных недостатков предлагается использовать методику комплексного оценивания кадастровой стоимости на основе деревьев критериев и матриц свертки, отражающих предпочтения местных органов власти. Одним из вариантов искомого механизма оценивания может служить программное решение, представленное на рис. 5.27, где особое внимание уделено наиболее значим факторам. Функциональные возможности подобного решения могут существенно увеличить социальный, инвестиционный, налоговый потенциал земли.

социально-экономическим развитием региона

Предлагается оригинальная модель управления интеграционными процессами, опирающаяся на аппарат комплексного оценивания. С ее помощью у региональных институтов власти появляется возможность гарантированно оказывать помощь тем интегрирующимся субъектам экономики, которые результатами своей деятельности способствуют повышению уровня социально-экономического развития данного региона.

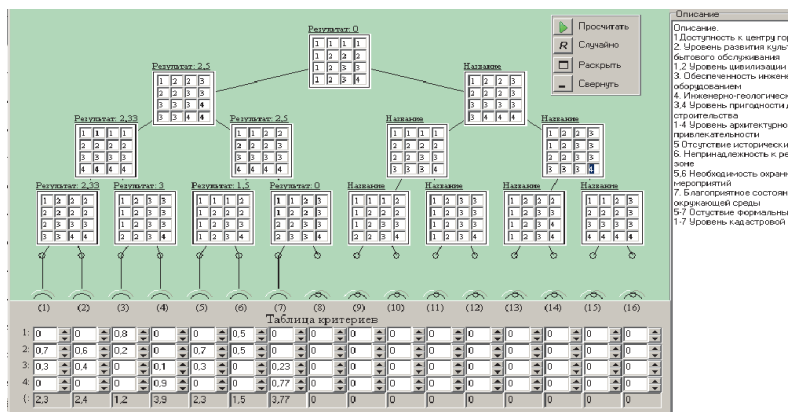


Рис. 5.27. Дерево комплексного оценивания кадастровой стоимости земли

Структурная схема предлагаемой многоконтурной модели управления представлена на рис. 5.28 и отличается присутствием двух последовательных этапов управления, охваченных обратной связью.

На первом этапе для рассматриваемого региона выявляется множество существенных частных показателей (критериев) уровня социально-экономического развития, которые необходимо «свернуть» в единый (комплексный) показатель, способный оценить достигнутый уровень социально-экономического развития региона и его динамику в процессе интеграционного преобразования.

Как замкнутая система регулирования (с отрицательной обратной связью), предлагаемая модель управления интеграцион-

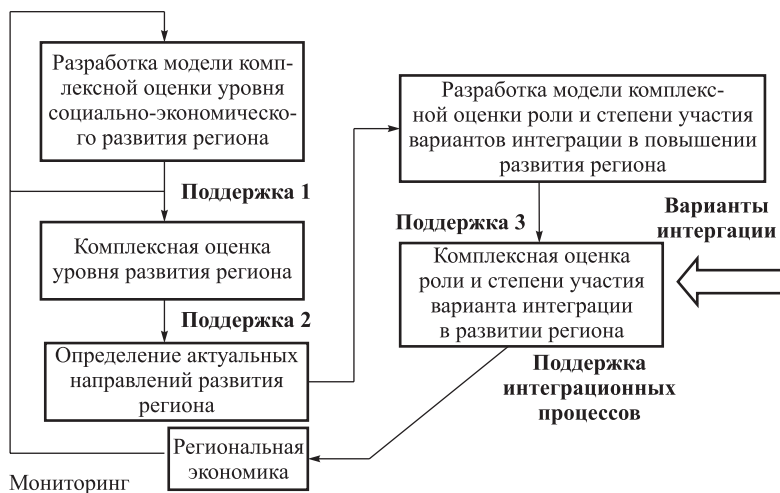


Рис. 5.28. Модель управления интеграционными процессами в региональной экономике

ными процессами вместе с предприятиями региона должна обеспечивать приемлемое качество управления и достаточную устойчивость, т. е. требуемую динамику развития региона.

Предлагаемая модель управления упрощает деятельность экономических институтов региональной власти, ограничивая ее организацией конкурсного отбора кандидатов на интегрирование с необходимой прозрачностью, объективностью и уровнем либеральных взаимоотношений при сохранении принципа управляемости, без которого не может быть серьезных успехов в вопросах регионального экономического развития.

При конструировании матриц свертки для дерева стратегий развития (рис. 5.29) следует придерживаться следующих правил: на первом этапе должны быть сформулированы условия стимулирования развития для всех возможных ситуаций, охватывающих каждую подобласть определения матрицы свертки, т. е. учтены все возможные траектории в широком диапазоне начальных позиций предполагаемого развития; синтез матрицы свертки следует начинать с реализации наиболее важных концепций развития, поскольку с каждым шагом конструирования возможности варьирования сужаются вплоть до утраты способ-

ности выбора; очередность процедур синтеза матриц свертки должна строиться иерархически, начиная с корня дерева комплексного оценивания, последовательно переходя от стратегических целей к целям тактическим и оперативным.

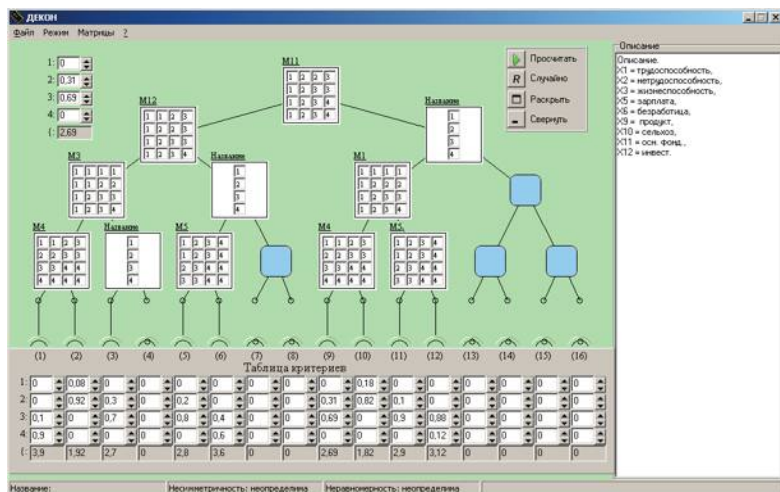
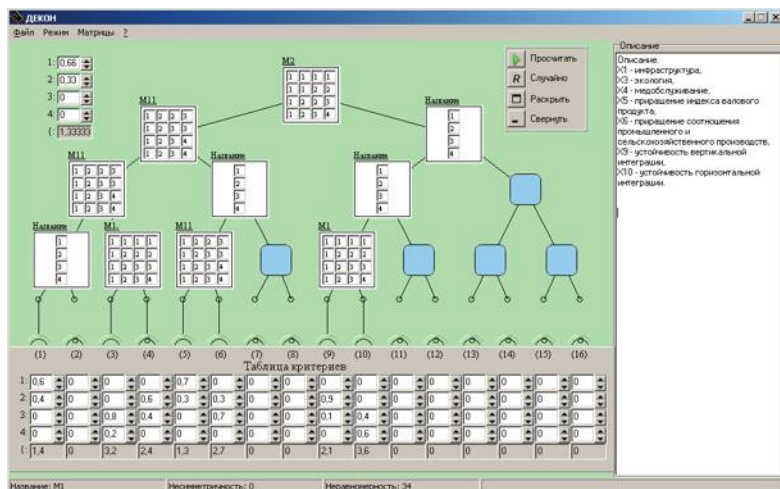


Рис. 5.29. Процедура комплексного оценивания уровня социально-экономического развития региона

Тогда появляются определенные обоснования в формулировке политических (экономических, социальных) целей управления. Данное правило будет способствовать получению информации прикладного значения на этапе анализа уровня развития региона и выбора (обоснования) направлений изменения ситуации и принятия по этим вопросам конкретных решений.

При конструировании матриц свертки для дерева конкурсного механизма (рис. 5.30) правила методики имеют отличия: на первом этапе необходимо сформулировать условия равнозначности объектов конкурсного сопоставления, т. е. семейство изо-прайс на всей области определения матрицы свертки. Тогда конструирование матрицы свертки сводится к подбору наиболее адекватных подобластям определения стандартных функций свертки; как и в первом случае, синтез следует начинать с реализации наиболее принципиальных участков топологии ввиду



уменьшения выбора на каждом результативном шаге конструирования; очередность процедур синтеза матриц свертки конкурсного дерева оценивания предлагается обратной, нежели в первом случае, т. е. от вершин дерева — к его корню. Эта рекомендация обосновывается необходимостью максимального сохранения конкретности в вопросах формулирования правил сопоставления конкурсных объектов в условиях нарастания абстрактности сворачиваемых критериев по пути к корню.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заявленные в проекте технологии призваны обеспечить поддержку принятия решений в задачах управления социально-экономическими системами (менеджмента) с востребованным в современных условиях высоким уровнем обоснованности, прозрачности и документируемости.

Помимо множества иных признаков, результаты научных исследований могут отличаться друг от друга степенью обобщения (фундаментальностью) и приближенности к практическому использованию. В последнем случае речь идет преимущественно о прикладном характере выдвигаемых научных положений. Настоящая монография обоснованно сочетает оба аспекта, поскольку ориентация на массового пользователя нередко приводит к необходимости затрат значительных усилий в теоретической области, чтобы сделать искомый продукт эргономически сбалансированным. Из этой посылки вытекает и легко прогнозируемый эффект «раскрутки» в решении проблемы полномасштабного пакета технологий современного менеджмента на основе парадигм моделирования предпочтений, активных систем и принятия решений. Внедрение их в практику управления социально-экономическими системами (менеджмента) неизбежно вызовет множество новых заказов на диверсификацию моделей и методов самого разнообразного назначения с широким диапазоном интеллектуальных и дидактических возможностей.

В случае принятия этой гипотезы становится вполне оправданной предложенная образовательная составляющая проекта, предусматривающая несколько уровней подготовки специалистов в области современного менеджмента, способных развивать базовые, проблемно-, объектно- и субъектно-ориентированные инструментальные средства повышения эффективности управления в организационных системах на современном этапе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Молодчик А. В. Менеджмент: стратегия, структура, персонал, знания: учеб. пособие для вузов / А. В. Молодчик, М. А. Молодчик.— М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2005.— 296 с.
2. Человеческий фактор в управлении / под ред. Н. А. Абрамовой, К. С. Гинсберга, Д. А. Новикова.— М.: КомКнига, 2006.— 496 с.
3. Бурков В. Н. Теория активных систем: состояние и перспективы / В. Н. Бурков, Д. А. Новиков.— М.: СИНТЕГ, 1999.— 128 с.
4. Новиков Д. А. Курс теории активных систем / Д. А. Новиков, С. Н. Петраков.— М.: СИНТЕГ, 1999.— 108 с.
5. Бурков В. Н. Как управлять проектами / В. Н. Бурков, Д. А. Новиков.— М.: СИНТЕГ-ГЕО, 1997.— 188 с.
6. Новиков Д. А. Обобщенные решения задач стимулирования в активных системах / Д. А. Новиков.— М., 1998.
7. Елохова И. В. Комплексное оценивание эффективности инвестиционных процессов развития промышленных предприятий / И. В. Елохова, В. А. Харитонов; ИПУ РАН // Вестник Воронежского государственного технического университета.— Воронеж, 2005.
8. Системы управления качеством подготовки специалистов при инновационных технологиях обучения специалистов / В. А. Харитонов [и др.]; ИПУ РАН // Проблемы управления.— № 4.— М., 2007.
9. Транзитивные замыкания на деревьях комплексного оценивания / И. В. Елохова [и др.]; ИПУ РАН // Управление большими системами: сб. тр.— Вып. 9.— М., 2004.
10. Елохова И. В. Активная экспертиза класса несимметричности матриц свертки / И. В. Елохова, А. Ю. Беляков, В. А. Харитонов; ИПУ РАН // Управление большими системами: сб. тр.— Вып. 10.— М., 2004.
11. Системы конструирования матриц свертки в экспертных задачах комплексного оценивания / А. А. Белых [и др.] // Строительство и образование: сб. науч. тр.— Екатеринбург, 2006.— № 12 (83).— С. 24–26.

12. Харитонов В. А. Профессиональная компетентность как цель образовательного процесса / В. А. Харитонов, А. Ю. Беляков // Строительство и образование: сб. науч. тр.— Екатеринбург, 2006.— № 12 (83).— С. 385–388.
13. Принцип системности в подготовке специалистов по управлению недвижимостью / Новопашина Е. И. [и др.] // Строительство и образование: сб. науч. тр.— Екатеринбург, 2006.— № 12 (83).— С. 382–385.
14. Харитонов В. А. Модели образовательного процесса с заданными формами и технологиями обучения / В. А. Харитонов, А. Ю. Беляков, С. Г. Пуйсанс // Строительство и образование: сб. науч. тр.— Екатеринбург, 2006.— № 12 (83).— С. 380–382.
15. Харитонов В. А. Современные технологии комплексного оценивания научно-технических проектов / В. А. Харитонов, И. Р. Винокур, А. А. Белых // Космический вызов XXI века. Новые материалы и технологии для ракетно-космической техники: Междунар. школа-конф. SPASE — 2006.— 23–30 сентября 2006.— Севастополь / Институт химической физики им. Н. Н. Семенова, РАН.— М., 2006.
16. Инструментальные средства комплексного оценивания сложных объектов с использованием топологии матриц свертки / И. Р. Винокур [и др.] // Теоретические и прикладные аспекты информационных технологий: сб. науч. тр. / НИИУМС.— Пермь, 2006.— Вып. 55.— С. 131–137.
17. Управление недвижимостью как управление проектами в активных социально-экономических системах / Е. И. Новопашина [и др.] // Теоретические и прикладные аспекты информационных технологий: сб. науч. тр. / НИИУМС.— Вып. 53.— Пермь, 2004.— С. 78–81.
18. Харитонов В. А. Система поддержки принятия решений по кредитованию инвестиционных проектов на основе механизмов комплексного оценивания / В. А. Харитонов, А. А. Белых // Информация, инновации, инвестиции: матер. 7-й Всероссийской конф., 29–30 ноября 2006 года, г. Пермь / Пермский ЦНТИ.— Пермь, 2006.— С. 144–148.
19. Белых А. А. Обоснование технических заданий на разработку конкурентоспособных товаров и услуг / А. А. Белых, Ю. Г. Горлов, Н. П. Калинин // Информация, инновации, инвестиции: матер. 7-й Всероссийской конф., 29–30 ноября 2006 года, г. Пермь / Пермский ЦНТИ.— Пермь, 2006.— С. 17–22.
20. Технология синтеза инструментальных средств аналитического моделирования в системах менеджмента / А. А. Белых [и др.] // Информация, инновации, инвестиции: матер. 7-й Всероссийской

- конф., 29–30 ноября 2006 года, г. Пермь / Пермский ЦНТИ.— Пермь, 2006.— С. 22–24.
21. Винокур И. Р. Инструментальные средства поддержки методов стратегического менеджмента / И. Р. Винокур, Ю. Г. Горлов, Н. П. Калинин // Информация, инновации, инвестиции: матер. 7-й Всероссийской конф., 29–30 ноября 2006 года, г. Пермь / Пермский ЦНТИ.— Пермь, 2006.— С. 35–38.
 22. Меновщиков К. В. Механизмы комплексного оценивания в задачах экспертизы недвижимости / К. В. Меновщиков, М. В. Лыков // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на семинаре: г. Пермь, 8 дек. 2004 г. [посвященном 45-летию строительного факультета ПГТУ] / ПГТУ.— Пермь, 2005.— С. 88.
 23. Лыков М. В. Активная экспертиза матриц свертки механизмов комплексного оценивания объектов недвижимости / М. В. Лыков, К. В. Меновщиков // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на семинаре: г. Пермь, 8 дек. 2004 г. [посвященном 45-летию строительного факультета ПГТУ] / ПГТУ.— Пермь, 2005.— С. 88.
 24. Лыков М. В. Конструирование и развитие функциональных возможностей механизмов комплексного оценивания в задачах управления недвижимостью / М. В. Лыков, А. А. Поносов // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета ПГТУ 29–30 нояб. 2006 г. / ПГТУ.— Пермь, 2007.— С. 150–157.
 25. Букалова А. Ю. Учет стратегий социально-экономического развития регионов при разработке земельного кадастра / А. Ю. Букалова // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета ПГТУ, 29–30 нояб. 2006 г. / ПГТУ.— Пермь, 2007.— С. 162–165.
 26. Волокитин С. П. Оптимальное управление распродажей строящегося жилья в задаче финансирования строительства из средств дольщиков / С. П. Волокитин, В. А. Харитонов // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета ПГТУ, 29–30 нояб. 2006 г. / ПГТУ.— Пермь, 2007.— С. 165–171.
 27. Харитонов В. А. Прогнозирование критических ситуаций на рынке недвижимости методом имитационного игрового моделирования / В. А. Харитонов, Д. С. Черных // Строительство, архитектура.

- Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета ПГТУ, 29–30 нояб. 2006 г. / ПГТУ.— Пермь, 2007.— С. 171–175.
28. Винокур И. Р. Модели и методы стратегического менеджмента / И. Р. Винокур, Е. В. Мишкина // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета ПГТУ, 29–30 нояб. 2006 г. / ПГТУ.— Пермь, 2007.— С. 175–179.
29. Белых А. А. Обоснование технических заданий на разработку конкурентоспособной продукции / А. А. Белых, Р. Ф. Шайдулин, О. Н. Шафранская // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета ПГТУ, 29–30 нояб. 2006 г. / ПГТУ.— Пермь, 2007.— С. 179–185.
30. Харитонов В. А. Система поддержки принятия решений по кредитованию инвестиционных проектов / В. А. Харитонов, Д. С. Черных // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета ПГТУ, 29–30 нояб. 2006 г. / ПГТУ.— Пермь, 2007.— С. 185–189.
31. Управление жилым фондом как управление проектом в организационных системах / А. Ю. Букалова [и др.] // Инновационные технологии: матер. конф. 20–27 июня 2005 г., г. Варна (Болгария) / Пермский ЦНТИ.— Пермь, 2005.— С. 13–17.
32. Состояние и перспективы развития механизмов комплексного оценивания / М. В. Лыков [и др.] // Инновационные технологии: матер. конф. 20–27 июня 2005 г., г. Варна (Болгария) / Пермский ЦНТИ.— Пермь, 2005.— С. 67–69.
33. Елохова И. В. Концепция индуктивного представления производственных функций в задачах моделирования инвестиционных процессов: дис. ... д-ра. экон. наук / И. В. Елохова.— Пермь, 2005.
34. Стаматин В. И. Прединвестиционный экспресс-анализ промышленных предприятий аналитическим методом на основе аппроксимированных производственных функций: дис. ... канд. экон. наук / В. И. Стаматин.— Пермь, 2005.
35. Камалетдинов М. Р. Система поддержки принятия решений для повышения эффективности управления региональными интеграционными процессами на основе механизмов комплексного оценивания: дис. ... канд. техн. наук / М. Р. Камалетдинов.— Воронеж, 2007.

36. Генералов А. В. Специальная тема: дис. ... канд. в. наук / А. В. Генералов.— Москва, 2007.
37. Кун Т. Структура научных революций / Т. Кун.— М.: АСТ, 2001.
38. Молодцов Д. А. Устойчивость принципов оптимальности / Д. А. Молодцов.— М.: Наука, 1987.
39. Вилкас Э. Й. Решения: теория, информация, моделирование / Э. Й. Вилкас, Е. З. Майминас.— М.: Радио и связь, 1981.— 328 с.

Приложение 1

Исследование функции свертки нечетких переменных

Пусть функция свертки $X = f(X_1, X_2)$ дискретных переменных X_1 и X_2 задана в традиционном матричном виде (рис. 1, 2):

$$X = \|x_{ij}\|, \quad i, j \in \overline{1, h_{\max}}, \quad (1)$$

где $\overline{1, h_{\max}}$ — универсальная целочисленная шкала переменных

$$X_1 = i, \quad X_2 = j, \quad (2)$$

$$X = f(X_1, X_2) \in \overline{1, h_{\max}}, \quad (3)$$

обычно являющаяся неотъемлемым атрибутом механизмов комплексного оценивания.

X_1							
1	X_{11}	X_{12}	$\dots$	X_{1i}	$\dots$	$X_{1h_{\max}}$	
2	X_{21}	X_{22}	$\dots$	X_{2i}	$\dots$	$X_{2h_{\max}}$	
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	
i	X_{i1}	X_{i2}	$\dots$	X_{ij}	$\dots$	$X_{ih_{\max}}$	
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	
$h_{\max}$	$X_{h_{\max}1}$	$X_{h_{\max}2}$	$\dots$	$X_{h_{\max}j}$	$\dots$	$X_{h_{\max}h_{\max}}$	
	1	2	$\dots$	j	$\dots$	$h_{\max}$	X_2

Рис. 1. Функция (матрица) свертки двух переменных в общем виде со шкалой $\overline{1, h_{\max}}$

$X_1 = i$					
1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	
2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	
3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	
4	X_{41}	X_{42}	X_{43}	X_{44}	
	1	2	3	4	$X_2 = j$

Рис. 2. Матрица свертки двух переменных с наиболее распространенной шкалой $h_{\max} = 4$

Для приведения матрицы $\|x_{ij}\|$ к шкале нечетких аргументов $\tilde{X}_1, \tilde{X}_2$ предлагается на первом этапе построить ее область определения в дефазифицированной форме (по методу центра тяжести ЦТ).

$$\hat{X}_1 = \text{ЦТ}(\tilde{X}_1), \quad \hat{X}_2 = \text{ЦТ}(\tilde{X}_2), \quad (4)$$

а именно:

$$\hat{X}_1 \times \hat{X}_2 = [1, h_{\max}] \times [1, h_{\max}]. \quad (5)$$

Полученная область (5) естественным образом разбивается на $(h_{\max} - 1)^2$ подобластей (рис. 3, 4). Значения функции (матрицы) свертки в произвольной подобласти (i, j) определений

$$[i, i + 1] \times [j, j + 1] \quad (6)$$

целиком определяется с точностью до константы четверткой целочисленных значений на ее границах (см. рис. 4):

$$(f(i, j), f(i, (j + 1)), f((i + 1), j), f((i + 1), (j + 1))). \quad (7)$$

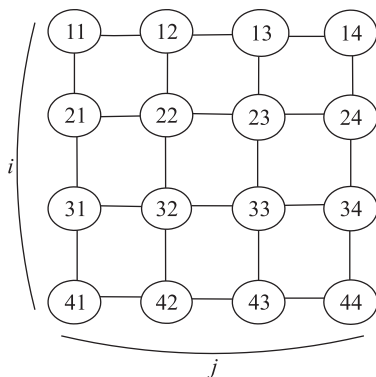


Рис. 3. Область определения функции свертки для $h_{\max} = 4$

Поскольку для неубывающей (по определению) функции свертки $f(X_1, X_2)$ множество наборов (7) ограничено, то имеет смысл определить вид функции свертки для каждого набора из этого множества при нечетких значениях аргумента:

$$\hat{f}(\tilde{X}_1, \tilde{X}_2) = \hat{f}(\hat{X}_1, \hat{X}_2), \quad \hat{X}_1 \in [i, i+1], \quad \hat{X}_2 \in [j, j+1]. \quad (8)$$

Очевидно, что данную процедуру проще выполнить для первой подобласти, начинающейся с точки $(i=1, j=1) = (1,1)$, а полученный результат перенести в необходимую подобласть (i, j) с поправкой

$$\hat{f}_{(i,j)}(\hat{X}_1, \hat{X}_2) = f(i, j) - 1 + \hat{f}_{(1,1)}(\hat{X}_1, \hat{X}_2), \quad (9)$$

где функция свертки $\hat{f}_{(1,1)}(\hat{X}_1, \hat{X}_2)$ есть стандартная функция, вычисленная для первой подобласти определения.

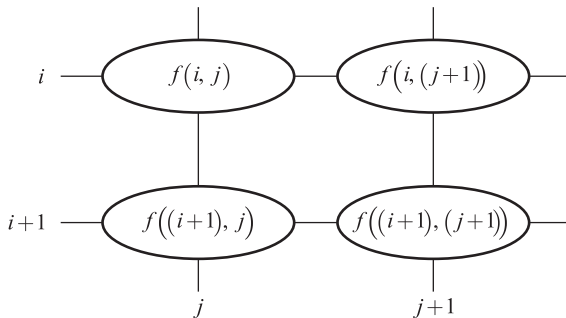


Рис. 4. Произвольная подобласть определения функции свертки

Перечислим множество допустимых наборов (7), устанавливающее возможный вид функции свертки в подобласти $(1,1)$ при условии отсутствия «резких» (более чем на единицу) скачков вправо-вниз (рис. 5, а-е, табл. 1).

$$\text{а) } f_0: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 1, f(2,1) = 1, f(2,2) = 1), \quad (10)$$

$$\text{б) } f_1: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 1, f(2,1) = 1, f(2,2) = 2), \quad (11)$$

$$\text{в) } f_2: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 2, f(2,1) = 1, f(2,2) = 2), \quad (12)$$

$$\text{г) } f_3: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 1, f(2,1) = 2, f(2,2) = 2), \quad (13)$$

$$\text{д) } f_4: (f(1,1)=1, f(1,2)=2, f(2,1)=2, f(2,2)=2), \quad (14)$$

$$\text{е) } f_5: (f(1,1)=1, f(1,2)=2, f(2,1)=2, f(2,2)=3). \quad (15)$$

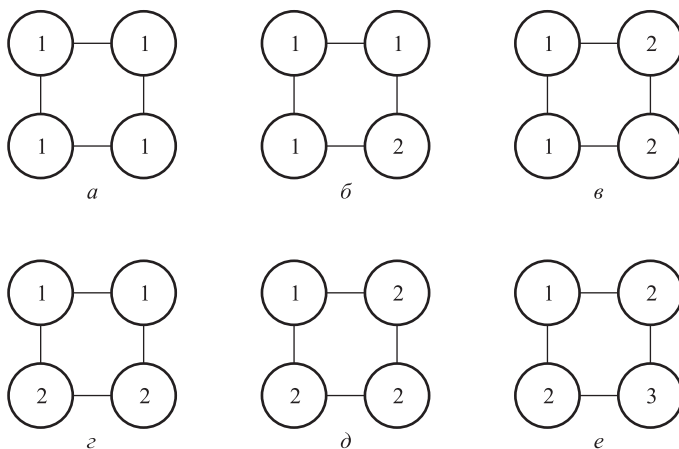


Рис. 5. Множество допустимых вариантов области определения функции свертки в первой подобласти

Т а б л и ц а 1

Варианты	$f(1,1)$	$f(1,2)$	$f(2,1)$	$f(2,2)$
а	1	1	1	1
б	1	1	1	2
в	1	2	1	2
г	1	1	2	2
д	1	2	2	2
е	1	2	2	3

Определим вид функции свертки в перечисленных подобластях определения (10)–(15). В качестве методики вычисления функции свертки нечетких переменных $\tilde{X}_1, \tilde{X}_2$ примем известный принцип обобщения на процедуру агрегирования, принимающий форму выражения

$$\mu_{\tilde{X}}(x) = \sup_{\{(x_1, x_2) / f(x_1, x_2) = x\}} \min \{ \mu_{\tilde{X}_1}(x_1), \mu_{\tilde{X}_2}(x_2) \}. \quad (16)$$

В общем виде методика определения вида функции свертки в заданной подобласти выглядит следующим образом.

Переменные в нечетком виде можно обозначить так:

$$\tilde{X}_1 = \frac{1}{1 - \mu_1} + \frac{2}{\mu_1}, \quad (17)$$

$$\tilde{X}_2 = \frac{1}{1 - \mu_2} + \frac{2}{\mu_2}. \quad (18)$$

Процедура нечеткой свертки осуществляется по схеме (рис. 5, а-е). В общем случае согласно (16)

$$\begin{aligned} \tilde{X} = f(\tilde{X}_1, \tilde{X}_2) = & \frac{f(1,1)}{\min((1 - \mu_1), (1 - \mu_2))} + \\ & + \frac{f(1,2)}{\min((1 - \mu_1), \mu_2)} + \frac{f(2,1)}{\min(\mu_1, (1 - \mu_2))} + \frac{f(2,2)}{\min(\mu_1, \mu_2)}. \end{aligned} \quad (19)$$

Процедуры нахождения минимальных (максимальных) значений функций принадлежности в данном выражении благодаря различным их сочетаниям разбивают подобласти определения функции свертки на более мелкие области с помощью границ:

1) $\mu_1 = \mu_2$, что эквивалентно отношению $1 - \mu_1 = 1 - \mu_2$; эта линия (рис. 6, а) разбивает подобласть на два участка в соответствии с условиями: $\mu_1 < \mu_2$ и $\mu_2 < \mu_1$;

2) $\mu_1 = 1 - \mu_2$, что эквивалентно отношению $\mu_2 = 1 - \mu_1$; эта линия (см. рис. 6, б) разбивает подобласть на два участка в соответствии с условиями: $\mu_1 < 1 - \mu_2$ и $1 - \mu_2 < \mu_1$.

Подводя итоги этой работы, можно выделить следующие характерные участки в подобласти определения функции свертки (см. рис. 6, в):

- линия (1,1), (2,2) равных значений функций принадлежности обоих нечетких аргументов

$$(\mu_1 = \mu_2) \& (1 - \mu_1 = 1 - \mu_2); \quad (20)$$

- линия (1,2), (2,1) равных значений функции принадлежности одного нечеткого аргумента к дополнению функции принадлежности другого

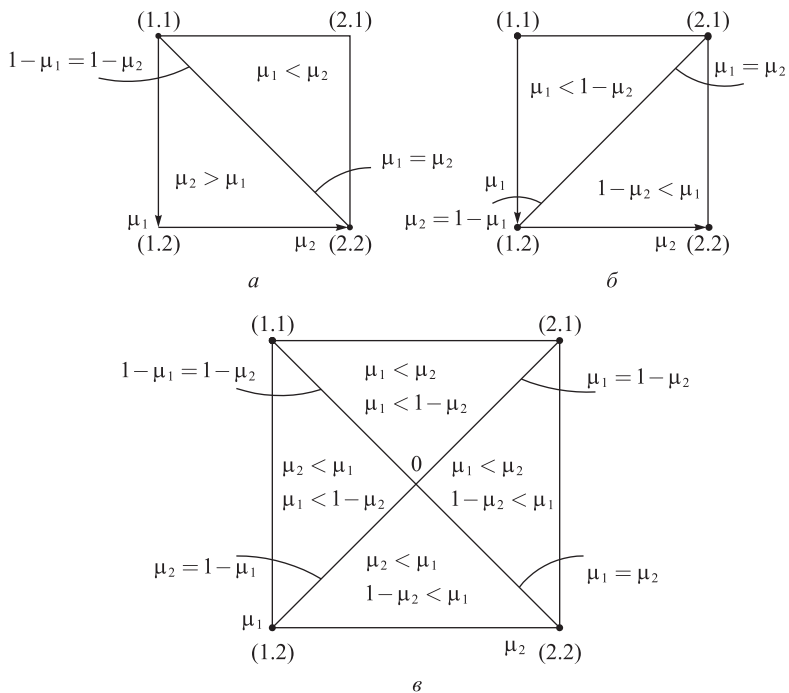


Рис. 6. Разбиение подобласти определения функции свертки на области вариантов отношений между функциями принадлежности μ_1 и μ_2

$$(\mu_1 = 1 - \mu_2) \& (\mu_2 = 1 - \mu_1); \quad (21)$$

– область (1,1), 0, (1,2)

$$(\mu_2 < \mu_1) \& (\mu_1 < 1 - \mu_2); \quad (22)$$

– область (1,1), 0, (2,1)

$$(\mu_1 < \mu_2) \& (\mu_1 < 1 - \mu_2); \quad (23)$$

– область (1,2), 0, (2,2)

$$(\mu_2 < \mu_1) \& (1 - \mu_2 < \mu_1); \quad (24)$$

– область (2,1), 0, (2,2)

$$(\mu_1 < \mu_2) \& (1 - \mu_2 < \mu_1). \quad (25)$$

$\tilde{X}_1$			
$1/(1-\mu_1)$	$f_0(1,1)=1$	$f_0(1,2)=1$	$\tilde{X}_2$
$2/\mu_1$	$f_0(2,1)=1$	$f_0(2,2)=1$	
	$1/(1-\mu_2)$	$2/\mu_2$	
a			

$\tilde{X}_1$			
$1/(1-\mu_1)$	$f_1(1,1)=1$	$f_1(1,2)=1$	$\tilde{X}_2$
$2/\mu_1$	$f_1(2,1)=1$	$f_1(2,2)=2$	
	$1/(1-\mu_2)$	$2/\mu_2$	
$\bar{o}$			

$\tilde{X}_1$			
$1/(1-\mu_1)$	$f_2(1,1)=1$	$f_2(1,2)=2$	$\tilde{X}_2$
$2/\mu_1$	$f_2(2,1)=1$	$f_2(2,2)=2$	
	$1/(1-\mu_2)$	$2/\mu_2$	

$\mathfrak{g}$

Рис. 7. Описание типов подобластей определения функции свертки

Принятую методику проиллюстрируем на тривиальном примере (10).

Подобласти определения вида (10)

По схеме рис. 7, *a* выражение (19) с учетом выражения (10) примет вид

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max \left(\begin{array}{l} \min((1-\mu_1), (1-\mu_2)), \min((1-\mu_1), \mu_2), \\ \min(\mu_1, (1-\mu_2)), \min(\mu_1, \mu_2) \end{array} \right)}. \quad (26)$$

$\tilde{X}_1$			
$1/(1-\mu_1)$	$f_3(1,1) = 1$	$f_3(1,2) = 2$	$\tilde{X}_2$
$2/\mu_1$	$f_3(2,1) = 2$	$f_3(2,2) = 2$	
	$1/(1-\mu_2)$	$2/\mu_2$	
	z		

$\tilde{X}_1$			
$1/(1-\mu_1)$	$f_4(1,1) = 1$	$f_4(1,2) = 2$	$\tilde{X}_2$
$2/\mu_1$	$f_4(2,1) = 2$	$f_4(2,2) = 2$	
	$1/(1-\mu_2)$	$2/\mu_2$	
	∂		

$\tilde{X}_1$			
$1/(1-\mu_1)$	$f_5(1,1) = 1$	$f_5(1,2) = 2$	$\tilde{X}_2$
$2/\mu_1$	$f_5(2,1) = 2$	$f_5(2,2) = 3$	
	$2/(1-\mu_2)$	$2/\mu_2$	
	e		

Рис. 7. Окончание

а) участок (20) преобразует выражение (26):

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max((1-\mu_1), (1-\mu_1), \mu_1\mu_1)} = \frac{1}{\max((1-\mu_1), \mu_1)}, \quad (27)$$

где целесообразнее выделить два отрезка:

(1.1) 0, где $\mu_1 = \mu_2 < 1 - \mu_1$, т. е. $\mu_1 \in [0, 1/2)$. В этом случае (рис. 8)

$$\tilde{X} = \frac{1}{(1-\mu_1)}, \mu_{\tilde{X}} = 1 - \mu_1; \quad (28)$$

0 (2.2), где $\mu_1 = \mu_2 > 1 - \mu_1$, т. е. $\mu_1 \in [1/2, 1]$. В этом случае (см. рис. 8)

$$\tilde{X} = \frac{1}{\mu_1}, \mu_{\tilde{X}} = \mu_1. \quad (29)$$

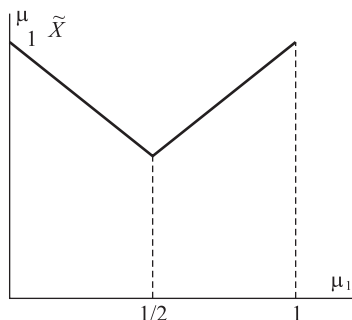


Рис. 8. Функция принадлежности $\mu_{\tilde{X}}(\mu_1)$ на участках (1.1) (2.2) и (1.2) (2.1) области определения

Очевидно, что для этого участка

$$\text{ЦТ}(\tilde{X}) = 1; \quad (30)$$

б) участок (21) преобразует выражение (26):

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max(\min(\mu_2, \mu_1), \mu_2, \mu_1)}, \quad (31)$$

где целесообразнее выделить два отрезка:

(1,2) 0, где $\mu_1 > \mu_2$, $\mu_1 \in (1/2, 1]$, $\mu_2 \in [0, 1/2]$. В этом случае

$$\tilde{X} = \frac{1}{\mu_1} = \frac{1}{1 - \mu_2}, \mu_{\tilde{X}} = \mu_1 = 1 - \mu_2; \quad (32)$$

0 (2,1), где $\mu_1 < \mu_2$, $\mu_1 \in (1/2, 0]$, $\mu_2 \in [1/2, 1]$. В этом случае

$$\tilde{X} = \frac{1}{\mu_2} = \frac{1}{1 - \mu_1}, \mu_{\tilde{X}} = \mu_2 = 1 - \mu_1, \quad (33)$$

т. е. функция принадлежности результата на этом участке под области определения по форме совпадает с предыдущим участком (см. рис. 8).

в) участок (22) преобразует выражение (26):

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max((1 - \mu_1), \mu_1, \mu_2)} = \frac{1}{\max((1 - \mu_1), \mu_1)}. \quad (34)$$

Этот участок характеризуется постоянством $\text{ЦТ}(\tilde{X}) = 1$ и снижением функции принадлежности к центру до значения 0,5. Полученный результат легко обобщается на оставшиеся участки в силу их симметричности.

Таким образом, исследование подобласти определения функции свертки «тривиального» типа привело к ожидаемому результату:

$$\text{ЦТ}(\tilde{X}) = 1 = \text{const}, \quad (35)$$

т. е. к равенству всех значений функции в подобласти определения, и к не столь ожидаемому ее свойству — явлению снижения доверия к этому значению по мере удаления от точек (узлов) интерполяции по методу дефазификации функции нечетких переменных.

Подобласть определения вида (11)

По схеме рис. 7, б выражение (19) с учетом выражения (16) примет вид

$$\begin{aligned} \tilde{X} = & \frac{1}{\max(\min\left(\left((1 - \mu_1), (1 - \mu_2)\right), \right. \\ & \left. \min((1 - \mu_1), \mu_2), \min(\mu_1, (1 - \mu_2))\right))} + \\ & + \frac{2}{\min(\mu_1, \mu_2)}. \end{aligned} \quad (36)$$

а) участок (20) преобразует выражение (35), полагая $\mu_1 = \mu_2 = \mu$,

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max((1 - \mu), \min((1 - \mu_1), \mu))} + \frac{2}{\mu}, \quad (37)$$

где целесообразнее выделить два отрезка:

$$[(1, 1), 0], \text{ где } \mu < 1 - \mu, \mu \in [0, 1/2], \text{ тогда} \quad (38)$$

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max((1 - \mu), \mu)} + \frac{2}{\mu} = \frac{1}{1 - \mu} + \frac{2}{\mu}, \quad (39)$$

$$\text{ЦТ}(\tilde{X}) = \frac{1 - \mu + 2\mu}{1} = 1 + \mu; \quad (40)$$

$$[0, (2, 2)], \text{ где } \mu > 1 - \mu, \mu \in [1/2, 1], \text{ тогда} \quad (41)$$

$$\tilde{X} = \frac{1}{1 - \mu} + \frac{2}{\mu}; \quad (42)$$

что касается выражений (39), (40), смотри рис. 9.

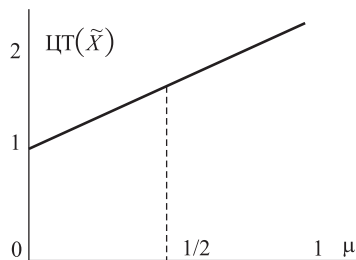


Рис. 9. Центр тяжести функции свертки на участке главной диагонали (1,1) (2,2)

б) участок (21) преобразует выражение (36)

где целесообразнее выделить два отрезка:

(1,2) 0, где $\mu_1 > \mu_2$, тогда

$$\tilde{X} = \frac{1}{\mu_1} + \frac{2}{\mu_2}, \mu_1 \in (1/2, 1], \mu_2 \in [0, 1/2], \quad (43)$$

$$\text{ЦТ}(\tilde{X}) = \frac{\mu_1 + 2\mu_2}{\mu_1 + \mu_2} = 1 + \frac{\mu_2}{\mu_1 + \mu_2} = 1 + \mu_2; \quad (44)$$

0 (2,1), где $\mu_1 < \mu_2$, тогда

$$\tilde{X} = \frac{1}{\mu_2} + \frac{2}{\mu_1}, \mu_1 \in [0, 1/2], \mu_2 \in [1/2, 1], \quad (45)$$

$$\text{ЦТ}(\tilde{X}) = \frac{\mu_2 + 2\mu_1}{\mu_1 + \mu_2} = 1 + \mu_1, \quad (46)$$

причем μ_1 убывает в указанном (45) интервале (рис. 10)

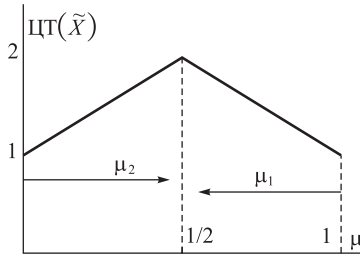


Рис. 10. Центр тяжести функции
свертки на участке диагонали
(1.2) (2.1)

Основной «каркас» геометрической интерпретации функции свертки с областью определения вида (9) ясен из рис. 11.

Малые диагонали как гипотенузы в прямоугольных треугольниках ABC , ACD , BCC' определяется следующим образом:

$$AC = BD = BC' = \sqrt{2}, \quad (47)$$

главная диагональ (гипотенуза в треугольнике ABC') —

$$AC' = \sqrt{3}. \quad (48)$$

Угол α_1 в равных прямоугольных треугольниках ABC' и ACC' найдется через обратные тригонометрические функции:

$$\alpha_1 = \arctg \frac{AB}{BC'} = \arctg \frac{1}{\sqrt{2}}, \quad (49)$$

или

$$\alpha_1 = \arcsin \frac{AB}{AC'} = \arcsin \frac{1}{\sqrt{3}}, \quad (50)$$

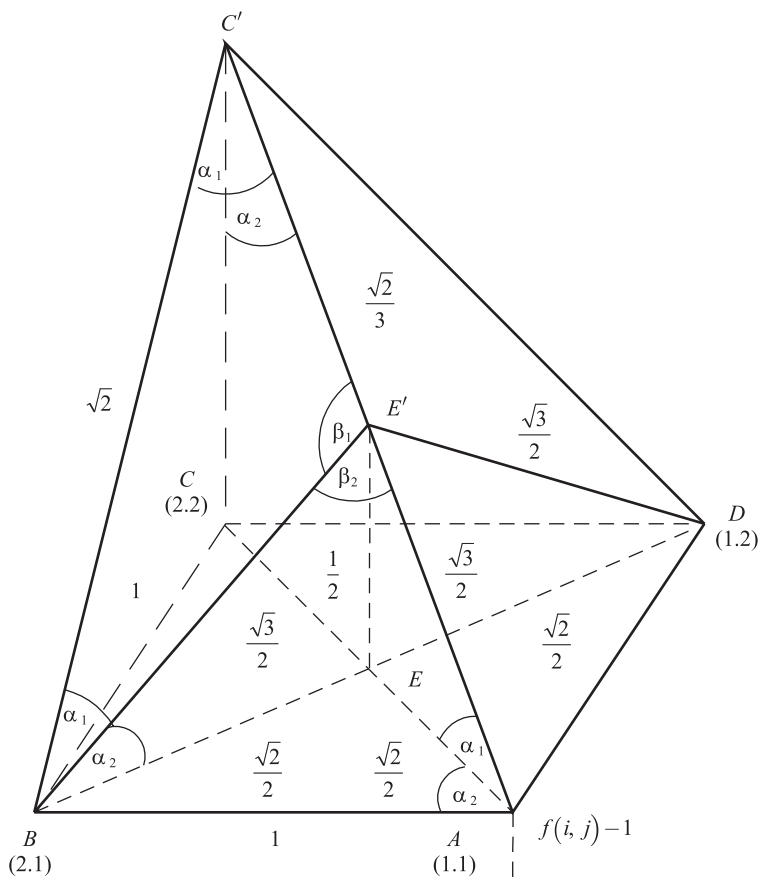


Рис. 11. Геометрическая интерпретация функции свертки в области определения вида (9)

или

$$\alpha_1 = \arccos \frac{BC'}{AC'} = \arccos \sqrt{\frac{2}{3}}, \quad (51)$$

причем

$$\pi/6 < \alpha_1 < \pi/4. \quad (52)$$

Угол α_2 рассматривается как дополнительный,

$$\alpha_2 = \frac{\pi}{2} - \alpha_1 \quad (53)$$

со свойством

$$\pi/3 > \alpha_2 > \pi/4. \quad (54)$$

Углы в (непрямоугольных) равнобедренных треугольниках $BC'E'$ (β_1) и ABE' (β_2) определяется через соотношения:

тупой —

$$\beta_2 = \pi - 2\alpha_1, \quad (55)$$

$$2/3 \pi > \beta_1 > \frac{\pi}{2}, \quad (56)$$

острый —

$$\beta_2 = \pi - 2\alpha_2, \quad (57)$$

$$2/3 \pi < \beta_2 < \frac{\pi}{2}; \quad (58)$$

в) участок (22) преобразует выражение (36) согласно отношениям

$$\min((1 - \mu_1), (1 - \mu_2)) = 1 - \mu_1, \quad (59)$$

т. к. из $\mu_2 < \mu_1$ следует, что $1 - \mu_2 > 1 - \mu_1$;

$$\min((1 - \mu_1), \mu_2) = \mu_2, \quad (60)$$

т. к. из $\mu_1 < \mu_2$ следует, что $\mu_2 < 1 - \mu_1$,

$$\min(\mu_1, (1 - \mu_2)) = \mu_1, \quad (61)$$

$$\min(\mu_1, \mu_2) = \mu_2, \quad (62)$$

т. е.

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max((1 - \mu_1), \mu_1, \mu_2)} + \frac{2}{\mu_2} = \frac{1}{\max((1 - \mu_1), \mu_1)} + \frac{2}{\mu_2}. \quad (63)$$

Это выражение целесообразнее разбить на два:

$$\tilde{X} = \begin{cases} \frac{1}{1-\mu_1} + \frac{2}{\mu_2}, & 0 \leq \mu_1 \leq 0,5, \quad 0 \leq \mu_2 \leq 0,5, \\ \frac{1}{\mu_1} + \frac{2}{\mu_2}, & 0,5 \leq \mu_1 \leq 1, \quad 0 \leq \mu_2 \leq 0,5, \end{cases} \quad (64)$$

что влечет за собой

$$\tilde{X} = \begin{cases} \frac{1-\mu_1+2\mu_2}{1-\mu_1+\mu_2}, & 0 \leq \mu_1 \leq 0,5, \quad 0 \leq \mu_2 \leq 0,5, \\ \frac{\mu_1+2\mu_2}{\mu_1+\mu_2}, & 0,5 \leq \mu_1 \leq 1, \quad 0 \leq \mu_2 \leq 0,5. \end{cases} \quad (65)$$

Зафиксируем произвольное значение функции свертки

$$\hat{X} = \hat{X}_C \quad (66)$$

для получения уравнения линии ее одинаковых значений, которую назовем изопрайсой (от слова «price» — цена). Тогда первая часть выражения (65) примет вид

$$\begin{aligned} \frac{1-\mu_1+2\mu_2}{1-\mu_1+\mu_2} &= \hat{X}_C, \quad 1 \leq \hat{X}_C \leq 3/2, \\ 1-\mu_1+2\mu_2 &= (1-\mu_1)\hat{X}_C + \mu_2\hat{X}_C, \\ (1-\mu_1)(1-\hat{X}_C) + \mu_2(2-\hat{X}_C) &= 0. \end{aligned} \quad (67)$$

Отсюда

$$\mu_2 = \frac{(1-\mu_1)(\hat{X}_C-1)}{2-\hat{X}_C}, \quad 1 \leq \hat{X}_C \leq 3/2, \quad 0 \leq \mu_1 \leq 0,5, \quad 0 \leq \mu_2 \leq 0,5. \quad (68)$$

$$\mu_2 = \frac{(\hat{X}_C-1)}{2-\hat{X}_C} - \mu_1 \frac{(\hat{X}_C-1)}{2-\hat{X}_C}. \quad (69)$$

Вторая часть выражения (65) приводит к уравнению изопрайс в следующем виде:

$$\mu_1 + 2\mu_2 = \hat{X}_C(\mu_1 + \mu_2), \quad (70)$$

откуда получаем выражение

$$\mu_2 = \mu_1 \frac{\hat{X}_C - 1}{2 - \hat{X}_C}; \quad (71)$$

г) область (23), охватывающая подобласть (1,1) E (2,1), зеркальным образом трансформирует выражения (69), (71) соответственно:

$$\mu_1 = \frac{(\hat{X}_C - 1)}{2 - \hat{X}_C} - \mu_2 \frac{(\hat{X}_C - 1)}{2 - \hat{X}_C} \quad (72)$$

и

$$\mu_1 = \mu_2 \frac{\hat{X}_C - 1}{2 - \hat{X}_C}; \quad (73)$$

д) Область (24) преобразует выражение (36) согласно отношениям

$$\min((1 - \mu_1), (1 - \mu_2)) = 1 - \mu_2, \quad (74)$$

т. к. из $\mu_1 < \mu_2$ следует $1 - \mu_1 > 1 - \mu_2$,

$$\min((1 - \mu_1), \mu_2) = 1 - \mu_1, \quad (75)$$

т. к. из $1 - \mu_2 > \mu_1$ следует $1 - \mu_1 < \mu_2$;

$$\min(\mu_1(1 - \mu_2)) = 1 - \mu_2, \quad (76)$$

$$\min(\mu_1, \mu_2) = \mu_1, \quad (77)$$

т. е.

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max((1 - \mu_2), (1 - \mu_1), (1 - \mu_2))} + \frac{2}{\mu_1} = \frac{1}{1 - \mu_1} + \frac{2}{\mu_1}. \quad (78)$$

Из уравнения изопрайсы

$$\frac{1}{1 - \mu_1} + \frac{2}{\mu_1} = \hat{X}_C \quad (79)$$

ясно, что оно не зависит от второго частного критерия $\tilde{X}_1$, а полностью совпадает со значением первого;

е) зеркально идентичный вариант области (25) приводит к уравнению изопрайсы

$$\frac{1}{1-\mu_2} + \frac{2}{\mu_2} = \hat{X}_C. \quad (80)$$

Обобщение результатов проведенного анализа произведено на рис. 12, где изображены изопрямые всей подобласти определения функции свертки f_1 , отражающие возможную динамику развития комплексной оценки по результатам изменения частных критериев.

Из рис. 12 становится ясным, что в областях определения отношений (79), (80) складывается ситуация, при которой один из двух частных критериев доминирует над другим относительно его влияния на итоговую оценку. Ситуация несколько смягчается в областях определения отношений (69), (71) и (72), (73). Изопрайсы $\hat{X}_C$ функции свертки f_1 представлены на рис. 13.

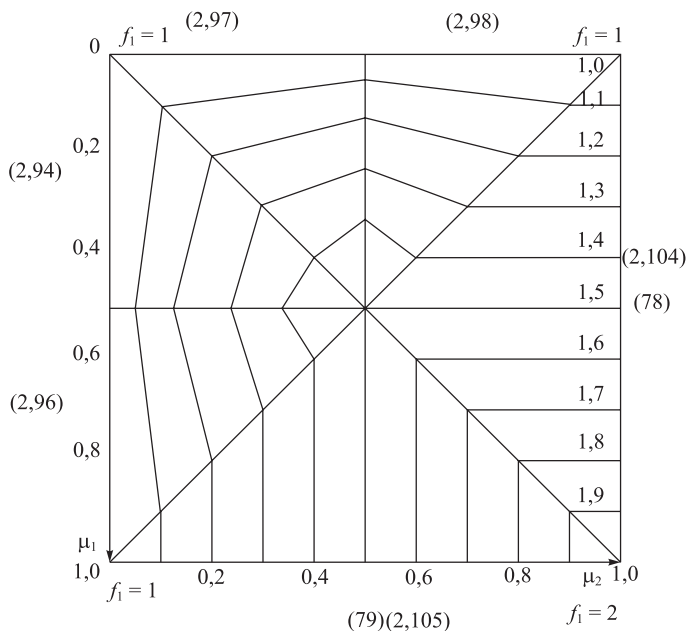


Рис. 12. Проекции линий одинакового уровня комплексной свертки f_1 (изопрайсы) на область определения

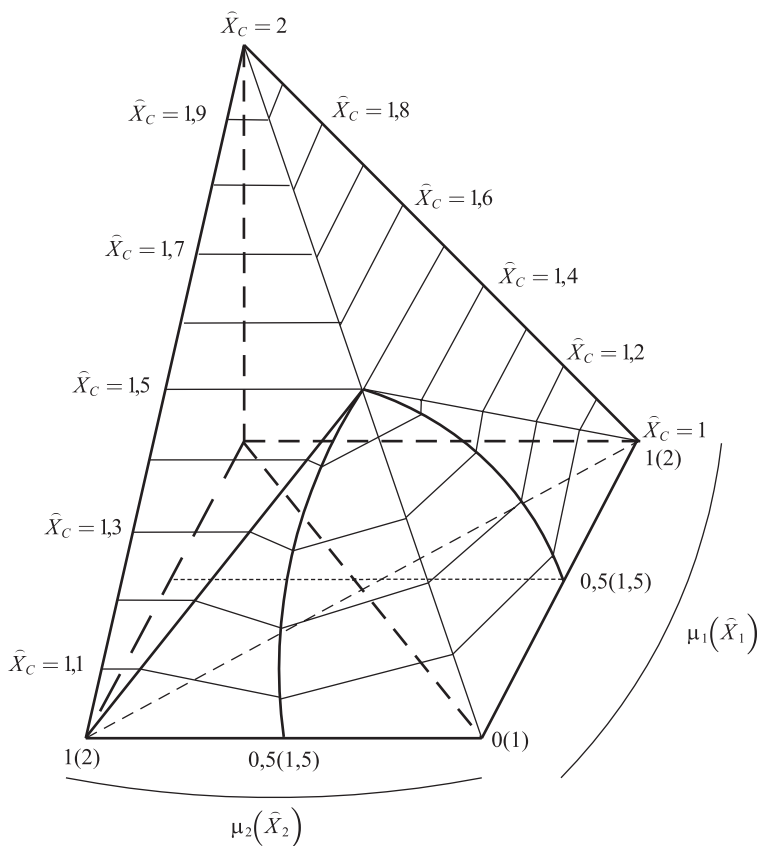


Рис. 13. Проекция линий изопрайс свертки f_1 на область определения

Подобласть определения вида (12)

По схеме рис. 7, в выражение (19) с учетом выражения (12) примет вид

$$\begin{aligned} \tilde{X} = & \frac{1}{\max((1 - \mu_1), (1 - \mu_2), \min(\mu_1(1 - \mu_2)))} + \\ & + \frac{2}{\max(\min((1 - \mu_1), \mu_2), \min(\mu_1, \mu_2))}. \end{aligned} \quad (81)$$

Область определения данной функции свертки f_2 целесообразно разбить на четыре подобласти (рис. 14):

$$AGOC: \mu_1 \in [0, 0,5], \quad \mu_2 \in [0, 0,5], \quad (82)$$

$$GBDO: \mu_1 \in [0, 0,5], \quad \mu_2 \in [0,5, 1], \quad (83)$$

$$COHE: \mu_1 \in [0,5, 1], \quad \mu_2 \in [0, 0,5], \quad (84)$$

$$ODFH: \mu_1 \in [0,5, 1], \quad \mu_2 \in [0,5, 1]. \quad (85)$$

В свою очередь подобласть (82) разбивается диагонально AF на две части по отношению $\mu_1 R \mu_2$:

$$AOC: \mu_1 > \mu_2, \quad (86)$$

$$AOG: \mu_1 \leq \mu_2. \quad (87)$$

В случае (86) выражение (80) упрощается:

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max((1-\mu_1), \mu_1)} + \frac{2}{\max(\mu_2, \mu_2)} = \frac{1}{1-\mu_1} + \frac{2}{\mu_2}$$

т. к. из (82) и (86) следует:

$$\min((1-\mu_1), (1-\mu_2)) = 1-\mu_1, \quad (88)$$

$$\min(\mu_1, (1-\mu_2)) = \mu_1, \quad (89)$$

$$\min((1-\mu_1), \mu_2) = \mu_2, \quad (90)$$

$$\min(\mu_1, \mu_2) = \mu_2. \quad (91)$$

Уравнение изопрайс в этом случае примет вид

$$\frac{1-\mu_1+2\mu_2}{1-\mu_1+\mu_2} = \hat{X}_C, \quad \hat{X}_C \in [1, 3/2], \quad (92)$$

или

$$\mu_2 = \frac{\hat{X}_C - 1}{2 - \hat{X}_C} - \mu_1 \frac{\hat{X}_C - 1}{2 - \hat{X}_C}, \quad (93)$$

где из $\mu_2 = 0$ следует $\mu_1 = 1$.

Во втором случае (87) выражение (81) примет вид

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max((1 - \mu_2), \mu_1)} + \frac{2}{\max(\mu_2, \mu_1)} = \frac{1}{1 - \mu_2} + \frac{2}{\mu_2}, \quad (94)$$

т. к. из (82) и (87) следует:

$$\min((1 - \mu_1), (1 - \mu_2)) = 1 - \mu_2, \quad (95)$$

$$\min(\mu_1, (1 - \mu_2)) = \mu_1, \quad (96)$$

$$\min((1 - \mu_1), \mu_2) = \mu_2, \quad (97)$$

$$\min(\mu_1, \mu_2) = \mu_1. \quad (98)$$

Тогда уравнение изопрайс опишется выражением

$$\frac{1 - \mu_2 + 2\mu_2}{1 - \mu_2 + \mu_2} = 1 + \mu_2 = \hat{X}_C, \quad (99)$$

$$\text{или} \quad \mu_2 = \hat{X}_C - 1. \quad (100)$$

Уравнения (93) и (99) позволяют построить проекции линий изопрайс свертки f_2 на область определения (см. рис. 14) и на этой основе непосредственно изопрайсы $\hat{X}_C(\hat{X}_1, \hat{X}_2)$ (рис. 15).

Подобласть определения вида (13)

Она отличается от подобласти (12) только поворотом вокруг центра на 90° и характеризуется семейством проекций линий изопрайс функции свертки f_4 на область определения (рис. 16) и семейством изопрайс (рис. 17).

Подобласть определения вида (14)

По схеме рис. 7, д выражение (19) с учетом выражения (14) примет вид

$$\begin{aligned} \tilde{X} = & \frac{1}{\max((1 - \mu_1), (1 - \mu_2))} + \\ & + \frac{2}{\max(\min((1 - \mu_1), \mu_2), \min(\mu_1, (1 - \mu_2)), \min(\mu_1, \mu_2))}. \end{aligned} \quad (101)$$

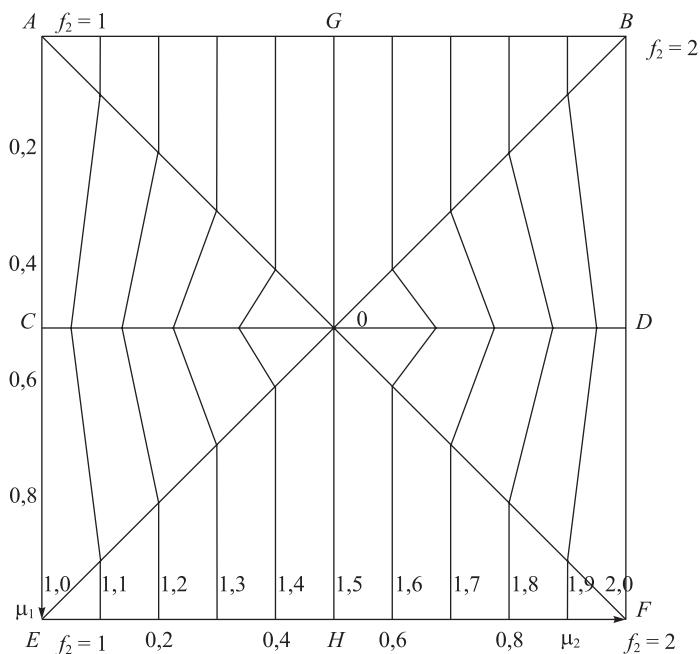


Рис. 14. Проекции линий изопрайс свертки f_2 на область определения

Благодаря симметричности области определения $ABEF$ относительно оси AF (рис. 18), для анализа изопрайс функции свертки f_4 в ней целесообразно выделить четыре подобласти:

- область ABO , разделяемая прямой GO ($\mu_2 = 0,5$) на подобласти AGO и GBO ;
- область OBF , разделяемая прямой OD ($\mu_1 = 0,5$) на подобласти BDO и DFO .

На первом этапе анализа проведем исследование «каркаса» геометрической фигуры (см. рис. 18) — носителя изопрайс, считая линии BF и EF простыми, соединяющими вершины одного уровня, т. е. AF , BE , OH , OC .

Линия AF характеризуется отношением

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu. \quad (102)$$

Тогда для $\mu < 0,5$

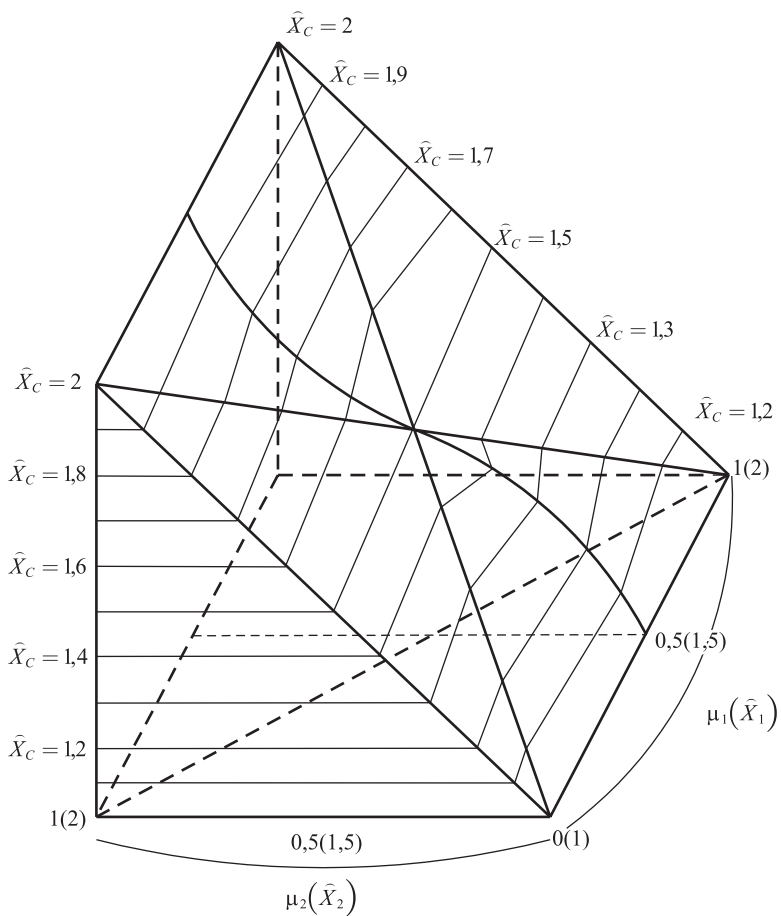


Рис. 15. Изопрайсы $\hat{X}_C$ функции свертки f_2 переменных $\hat{X}_1$ и $\hat{X}_2$

$$\tilde{X} = \frac{1}{1-\mu} + \frac{2}{\max(\mu, \mu, \mu)} = \frac{1}{1-\mu} + \frac{2}{\mu}, \quad (103)$$

а для $\mu > 0,5$

$$\tilde{X} = \frac{1}{1-\mu} + \frac{2}{\max((1-\mu), (1-\mu), \mu)} = \frac{1}{1-\mu} + \frac{2}{\mu}, \quad (104)$$

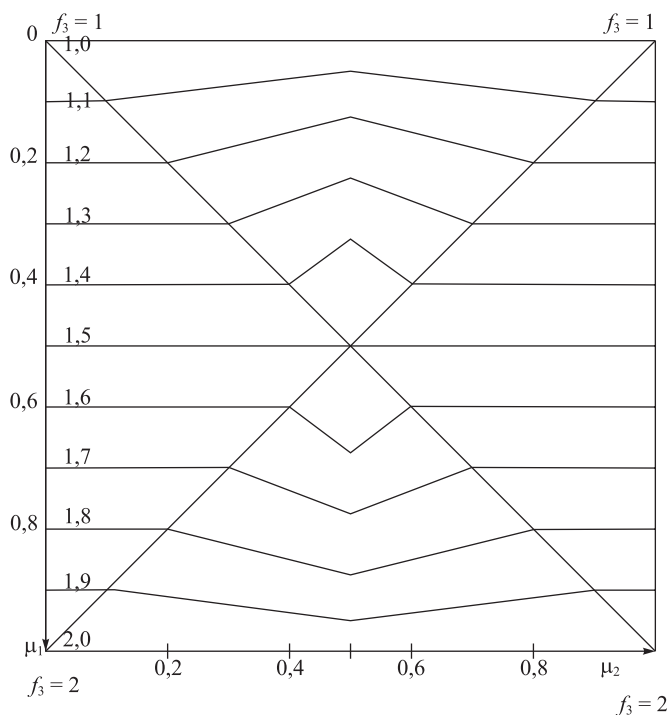


Рис. 16. Проекция линий изопрайса f_3 на область определения

что говорит о пропорциональной зависимости $\hat{X}_c(\mu)$.

Линия BE характеризуется отношением

$$\mu_1 = 1 - \mu_2, \quad \mu_2 = 1 - \mu, \quad (105)$$

откуда для $\mu_1 \in [0, 5, 1]$, $\mu_2 \in [0, 0, 5]$ (OE)

$$\tilde{X} = \frac{1}{1 - \mu_1} + \frac{2}{\max((1 - \mu_1), \mu_1, \mu_2)} = \frac{1}{1 - \mu_1} + \frac{2}{\mu_1}, \quad (106)$$

что повторяет промежуточный результат, а для $\mu_1 \in [0, 0, 5]$, $\mu_2 \in [0, 5, 1]$

$$\tilde{X} = \frac{1}{1 - \mu_2} + \frac{2}{\mu_2}. \quad (107)$$

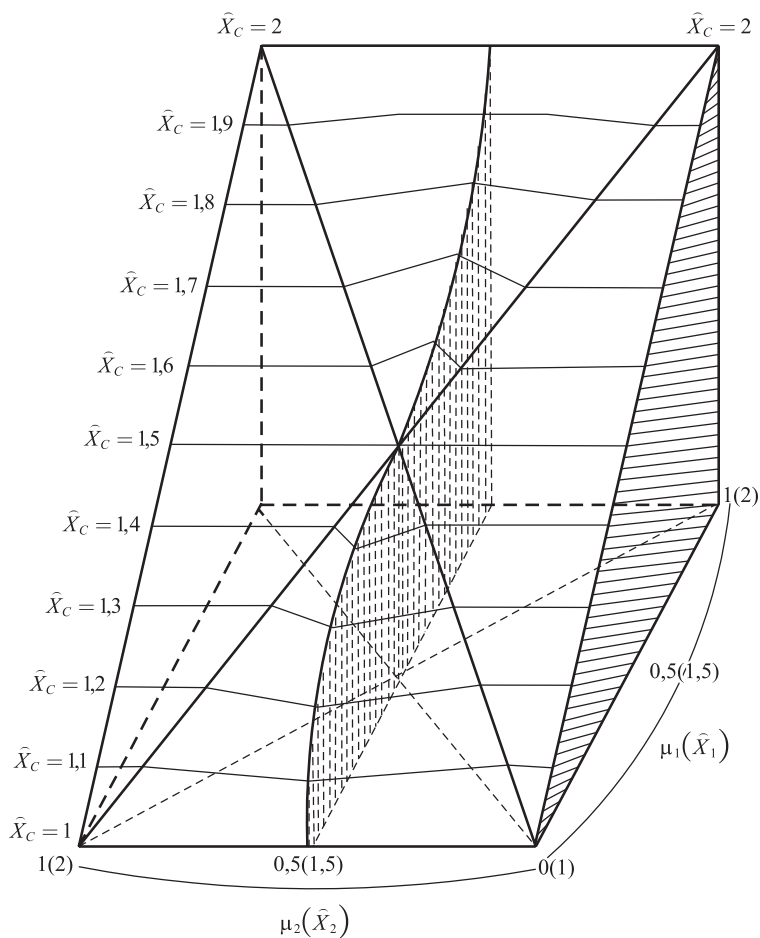


Рис. 17. Изопрайсы $\hat{X}_c$ функции свертки f_3 переменных $\hat{X}_1$ и $\hat{X}_2$

Линия OH характеризуется отношениями

$$\mu_1 \in [0,5, 1], \quad (108)$$

$$\mu_2 = 0,5 = 1 - \mu_2, \quad (109)$$

откуда следует значение свертки f_4

$$\tilde{X} = \frac{1}{1 - \mu_1} + \frac{2}{0,5}. \quad (110)$$

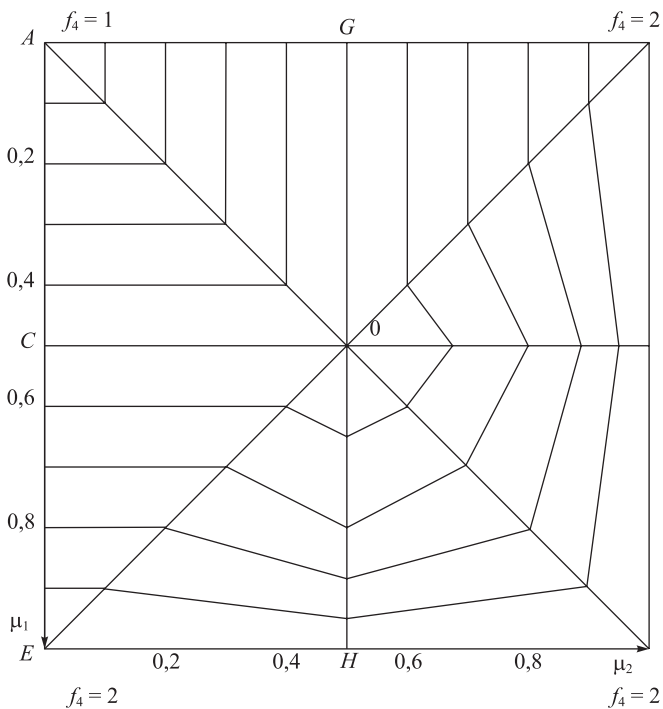


Рис. 18. Проекции линий изопрайса f_4 на область определения

и уравнение проекций изопрайса:

$$\hat{X}_C = \frac{2 - \mu_1}{1,5 - \mu_1}, \quad (111)$$

или

$$\mu_1 = \frac{1,5\hat{X}_C - 2}{\hat{X}_C - 1}. \quad (112)$$

Линия OC характеризуется отношениями

$$\mu_1 = 0,5 = 1 - \mu_1, \quad (113)$$

$$\mu_2 \in [0, 0,5], \quad (114)$$

откуда

$$\tilde{X} = \frac{1}{0,5} + \frac{2}{0,5}. \quad (115)$$

Из выражения (115) следует горизонтальность изопрайсы и становится понятной геометрическая интерпретация под области определения функции свертки f_4 (рис. 19).

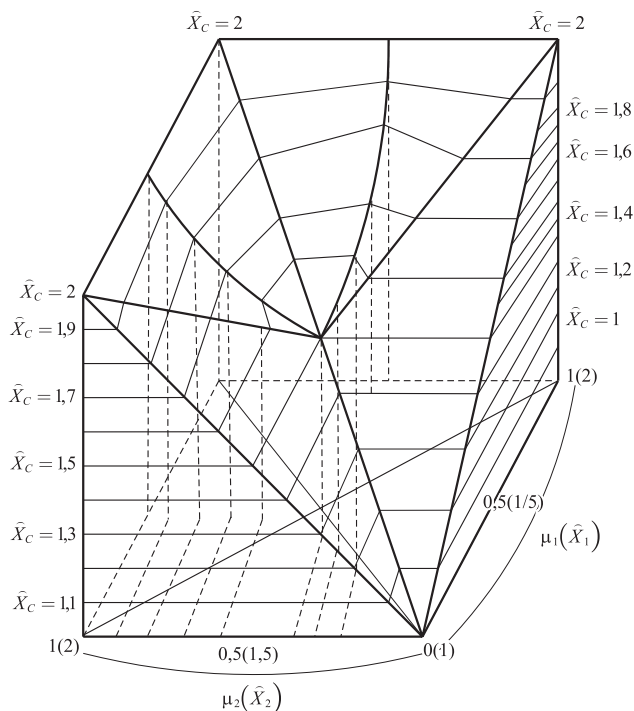


Рис. 19. Изопрайсы $\hat{X}_C$ функции свертки f_4 переменных $\hat{X}_1$ и $\hat{X}_2$

Подобласть определения вида (15)

По схеме рис. 7, е выражение (19) с учетом выражения (15) примет вид

$$\begin{aligned} \tilde{X} = & \frac{1}{\min((1 - \mu_1), (1 - \mu_2))} + \\ & + \frac{2}{\max(\min(1 - \mu_1), \mu_2), \min(\mu_1, (1 - \mu_2)))} + \frac{3}{\min(\mu_1, \mu_2)}. \end{aligned} \quad (116)$$

Исследуем «каркас» функции свертки f_5 с целью установления проекций изопрайс этой функции согласно области определения (рис. 20).

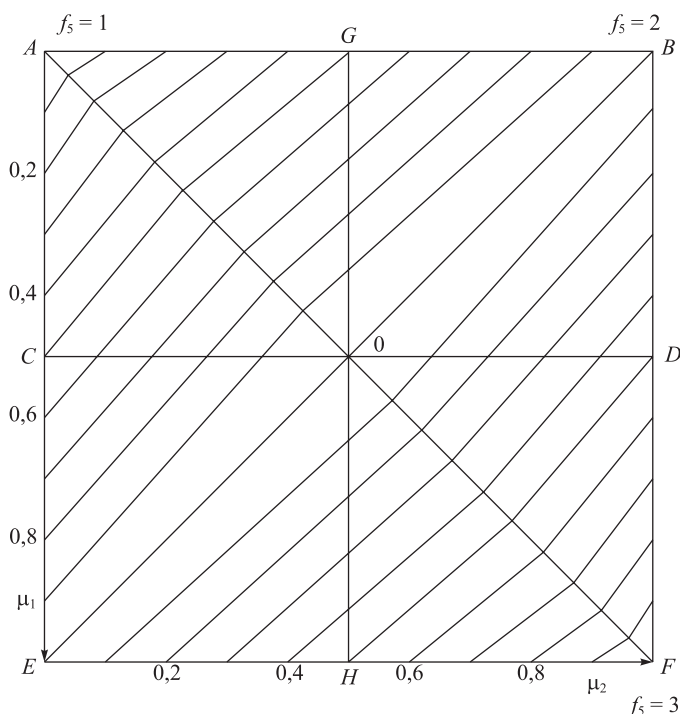


Рис. 20. Проекция линий изопрайс f_5 на область определения

Изопрайсы $\hat{X}_C$ свертки f_5 ($\hat{X}_1, \hat{X}_2$) представлены на рис. 21.

Линия AF , для которой справедливо отношение $\mu_1 = \mu_2 = \mu$, имеет упрощенное описание для случая $\mu \leq 0,5$:

$$\tilde{X} = \frac{1}{1-\mu} + \frac{2}{\mu} + \frac{3}{\mu}, \quad (117)$$

откуда
$$\hat{X}_C = \frac{1+4\mu}{1+\mu}, \quad \hat{X}_C \in [1, 2] \quad (118)$$

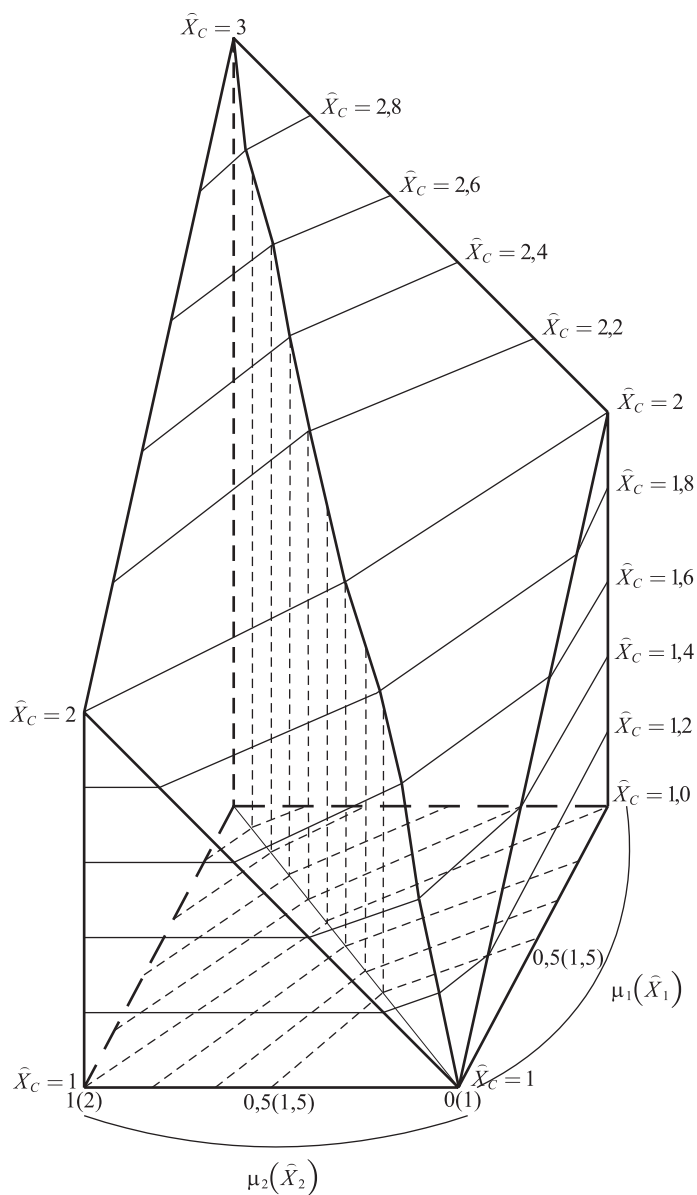


Рис. 21. Изопрайсы $\hat{X}_C$ свертки f_5 двух переменных $\hat{X}_1$ и $\hat{X}_2$

$$\text{и} \quad \mu = \frac{\hat{X}_C - 1}{4 - \hat{X}_C}, \quad (119)$$

а для случая $\mu \geq 0,5$

$$\tilde{X} = \frac{1}{1 - \mu} + \frac{2}{1 - \mu} + \frac{3}{\mu}, \quad (120)$$

$$\hat{X}_C = \frac{3}{2 - \mu}, \quad (121)$$

$$\mu = \frac{2\hat{X}_C - 3}{\hat{X}_C}. \quad (122)$$

Линия EB , для которой соотношение условий меняется: $\mu_1 = 1 - \mu_2$, $\mu_2 = 1 - \mu_1$, имеет описание для случая $\mu_1 < \mu_2$ (линия OB)

$$\tilde{X} = \frac{1}{1 - \mu_2} + \frac{2}{\mu_2} + \frac{3}{1 - \mu_2}, \quad (123)$$

$$\hat{X}_C = 2. \quad (124)$$

Линия OG характеризуется отношениями

$$\mu = 0,5, \mu_1 \in [0, 0,5]. \quad (125)$$

$$\text{Тогда} \quad \tilde{X} = \frac{1}{0,5} + \frac{2}{0,5} + \frac{3}{\mu_1}, \quad (126)$$

$$\hat{X}_C = \frac{1,5 + 3\mu_1}{1 + \mu_1}, \quad \hat{X}_C \in [1,5, 2]. \quad (127)$$

$$\mu_1 = \frac{\hat{X}_C - 1,5}{3 - \hat{X}_C}. \quad (128)$$

Для случая $\mu_2 \in [0,5, 1]$ $\mu_1 = 0,5$ (линия OD):

$$\tilde{X} = \frac{1}{1 - \mu_2} + \frac{2}{0,5} + \frac{3}{0,5}, \quad (129)$$

$$\hat{X}_C = \frac{3,5 - \mu_2}{2 - \mu_2}, \quad \hat{X}_C \in [2, 2,5]. \quad (130)$$

$$\mu_2 = \frac{2\hat{X}_C - 3,5}{\hat{X}_C - 1}. \quad (131)$$

В заключение исследования функции свертки нечетких переменных построим процедуру вычисления значений этой функции для более общего случая, предусматривающего допустимость заполнения матрицы свертки нечеткими данными искомой функции в узлах, соответствующих целочисленным сочетаниям аргументов.

С целью уменьшения громоздкости вывода введем следующие формализмы.

Произвольные значения нечетких аргументов в дефазифицированной форме обозначим как $X_1 = A_1, B_1$, $X_2 = A_2, B_2$, где $A_1, A_2 \in [1, 4]$ — целые части значений, а $B_1, B_2 \in (0, 1)$ — дробные части. Тогда нечеткие аргументы свертки в фазифицированной форме с учетом принятой модели нечеткого числа примут вид

$$\tilde{X}_1 = \frac{A_1}{(1 - B_1)} + \frac{(A_1 + 1)}{B_1},$$

$$\tilde{X}_2 = \frac{A_2}{(1 - B_2)} + \frac{(A_2 + 1)}{B_2}.$$

Аналогичным образом представим нечеткие значения свертки в узлах матрицы в дефазифицированной и фазифицированной формах соответственно:

$$X_{11} = X_{11}(A_1, A_2) = A_{11}, B_{11},$$

$$\tilde{X}_{11} = \frac{A_{11}}{1 - B_{11}} + \frac{A_{11} + 1}{B_{11}},$$

$$X_{12} = X_{12}(A_1, (A_2 + 1)) = A_{12}, B_{12},$$

$$\tilde{X}_{12} = \frac{A_{12}}{1 - B_{12}} + \frac{A_{12} + 1}{B_{12}},$$

$$X_{21} = X_{21}((A_1 + 1), A_2) = A_{21}, B_{21},$$

$$\tilde{X}_{21} = \frac{A_{21}}{1 - B_{21}} + \frac{A_{21} + 1}{B_{21}},$$

$$X_{22} = X_{22}((A_1 + 1), (A_2 + 1)) = A_{22}, B_{22},$$

$$\tilde{X}_{22} = \frac{A_{22}}{1 - B_{22}} + \frac{A_{22} + 1}{B_{22}}.$$

В соответствии с выражением (1.2) поэтапно строим процедуру свертки, опуская лишь заключительную функцию $\sup$, аргументы которой выясняются при контекстных обстоятельствах:

$$\begin{aligned} \tilde{X} &= \frac{X_{11}}{\min((1 - B_1), (1 - B_2))} + \frac{X_{12}}{\min((1 - B_1), B_2)} + \\ &+ \frac{X_{21}}{\min(B_1, (1 - B_2))} + \frac{X_{22}}{\min(B_1, B_2)} = \\ &= \frac{A_{11}}{\min((1 - B_{11}), (1 - B_1), (1 - B_2))} + \\ &+ \frac{A_{11} + 1}{\min(B_{11}, (1 - B_1), (1 - B_2))} + \\ &+ \frac{A_{12}}{\min((1 - B_{12}), (1 - B_1), B_2)} + \\ &+ \frac{A_{12} + 1}{\min(B_{12}, (1 - B_1), B_2)} + \frac{A_{21}}{\min((1 - B_{21}), B_1, (1 - B_2))} + \\ &+ \frac{A_{21} + 1}{\min(B_{21}, B_1, (1 - B_2))} + \frac{A_{22}}{\min((1 - B_{22}), B_1, B_2)} + \\ &+ \frac{A_{22} + 1}{\min(B_{22}, B_1, B_2)}. \end{aligned} \tag{132}$$

Полученное выражение дефазифицируется обычным образом. Его справедливость подтверждена совпадением топологий матрицы, полученной в ходе вычисления транзитив-

ного замыкания, и выявленной при этом матрицы, но уже в соответствии с новой процедурой, обслуживающей свертки с нечетким наполнением (рис. 22, 23). Некоторые расхождения обусловлены погрешностью вычислений транзитивного замыкания, зависящей от шага дискретности используемого в нем табличного метода.

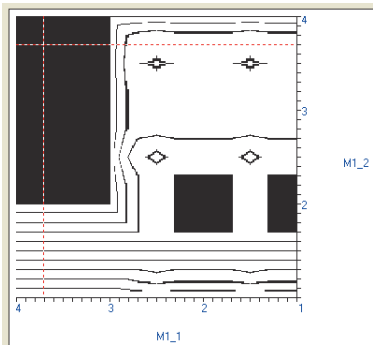


Рис. 22. Топология матрицы транзитивного замыкания с нечетким наполнением

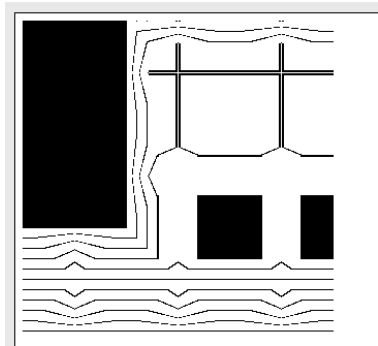


Рис. 23. Топология матрицы (рис. 21), вычисленная по выражению (132)

Вычислительный эксперимент выполнялся на программном комплексе «Декон-табл». Основное назначение приведенного выше отношения заключается в коррекции рефлексивных матриц свертки по результатам наблюдений.

Приложение 2

Программа дополнительного образования «Управление проектами (технологии современного менеджмента)»

Федеральное агентство по образованию ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Центр дополнительного образования работников строительной отрасли «СтройНЭКСТ»

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

**дополнительной профессиональной образовательной
программы повышения квалификации работников
строительного комплекса «Управление проектами
(управление организационными системами)»
(на базе аккредитованной образовательной программы
«Экспертиза и управление недвижимостью» (код 270115))**

Цель — развитие навыков и освоение методов поддержки принимаемых решений в области управления проектами (управления организационными системами).

Задача — подготовка специалистов, умеющих корректно формализовать задачи принятия решений с учетом человеческого фактора и обосновывать выбор лучшего варианта посредством использования современных менеджмент-технологий, построенных на основе моделей предпочтений участников бизнес-процессов в организационных системах

Категория слушателей — руководящие работники, аналитики и менеджеры предприятий отрасли.

Срок обучения — 100 часов.

Форма обучения — с частичным отрывом и без отрыва от работы.

Режим занятий — 20 учебных дней по 5 аудиторных часов в день.

№ п/п	Наименование разделов и дисциплин	Всего часов	Лекции	Практ. занятия	Форма контроля
<i>Методологические основы управления проектами</i>					
1	Введение в специальность «Управление проектами»	3	3	–	–
2	Человеческий фактор в управлении проектами	2	2	–	–
	Итого по разделу:	5	5	–	Зачет
<i>Теоретические и прикладные основы менеджмент-технологий</i>					
3	Проблемы моделирования человеческих предпочтений	2	2	–	–
4	Конструирование механизмов комплексного оценивания	18	8	10	–
5	Функциональные возможности технологии «Декон-изопрайс»	15	5	10	–
	Итого по разделу:	35	15	20	Зачет
<i>Методические основы поддержки принятия решений в задачах управления проектами</i>					
6	Комплексное оценивание объектов отрасли	15	–	15	–
7	Проведение конкурсов, тендеров, торгов	10	–	10	–
8	Системы управления развитием объектов отрасли	15	–	15	–
9	Поддержка принятия решений в организационных системах со сложной структурой	20	–	20	–
	Итого по разделу:	60	–	60	Зачет
	Всего:	100	20	80	Экзамен

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
дополнительной профессиональной образовательной
программы повышения квалификации работников
строительного комплекса «Управление проектами
(управление организационными системами)» (на базе
аккредитованной образовательной программы
«Экспертиза и управление недвижимостью» (код 270115)

Цель — развитие навыков и освоение методов поддержки принимаемых решений в области управления проектами (управления организационными системами).

Задача — подготовка специалистов, умеющих корректно формализовать задачи принятия решений с учетом человеческого фактора и обосновывать выбор лучшего варианта посредством использования современных менеджмент-технологий, построенных на основе моделей предпочтений участников бизнес-процессов в организационных системах.

Категория слушателей — руководящие работники и менеджеры предприятий отрасли.

Срок обучения — 100 часов.

Форма обучения — с частичным отрывом и без отрыва от работы.

Режим занятий — 20 учебных дней по 5 аудиторных часов в день.

№ п/п	Наименование разделов, дисциплин и тем	Всего часов	Лекции	Практ. занятия	Форма контроля
<i>Методологические основы управления проектами</i>					
1	Введение в специальность «Управление проектами»	3	3	—	—
2	Человеческий фактор в управлении проектами	2	2	—	—
	Итого по разделу:	5	5	—	Зачет
<i>Теоретические и прикладные основы менеджмент-технологий</i>					
3	Проблемы моделирования человеческих предпочтений	2	2	—	—
4	Конструирование механизмов комплексного оценивания (МКО)	18	8	10	—

4.1	Структурное проектирование МКО	8	4	4	–
4.1.1	Разработка деревьев комплексного оценивания	2	–	2	–
4.1.2	Построение функций приведения и выведения	2	–	2	–
4.2	Параметрическое проектирование МКО	8	4	4	–
4.2.1	Синтез канонических матриц свертки	2	–	2	–
4.2.2	Синтез «свободных» матриц свертки	2	–	2	–
4.3	Оценка адекватности и документирование МКО	2	–	2	–
5	Функциональные возможности технологии «Декон-изопрайс»	15	5	10	–
5.1	Комплексное оценивание текущего состояния объектов	2	1	1	–
5.2	Ранжирование объектов комплексного оценивания	3	–	3	–
5.3	Оценка чувствительности матриц свертки	2	1	1	–
5.4	Оценка чувствительности моделей предпочтений	2	1	1	–
5.5	Транзитивное замыкание на деревьях комплексного оценивания	2	1	1	–
5.6	Построение траекторий развития объектов	1	–	1	–
5.7	Построение композиций МКО (игровые модели)	3	1	2	–
Итого по разделу:		35	15	20	Зачет
<i>Методические основы поддержки принятия решений в задачах управления проектами</i>					
6	Комплексное оценивание объектов отрасли	15	–	15	–
6.1	Оценки объектов недвижимости	5	–	5	–
6.2	Контроль качества	5	–	5	–
6.3	Кадастровое оценивание	5	–	5	–
7	Проведение конкурсов (тендеров, торгов)	10	–	10	–

7.1	Конкурсы проектов	1	–	1	–
7.2	Конкурсы должностных вакансий	5	–	5	–
7.3	Конкурсы подрядчиков	2	–	2	–
7.4	Конкурсы управляющих компаний	2	–	2	–
8	Системы управления развитием объектов отрасли	15	–	15	–
8.1	Управление социально-экономическим развитием региональных, муниципальных и отраслевых образований	2	–	2	–
8.2	Стимулирование исполнителей проектов	3	–	3	–
8.3	Обоснование вариантов проекта выпуска конкурентоспособной продукции	5	–	5	
8.4	Управление распродажей строящегося жилья	5	–	5	–
9	Поддержка принятия решений в организационных системах со сложной структурой	20	–	20	–
9.1	Банковские системы кредитования строительных проектов	5	–	5	–
9.2	Модели рынка недвижимости	5	–	5	–
9.3	Трансферт инвестиционно-инновационных отношений в информационно распределенную сеть	5	–	5	–
9.4	Управление капитализацией в ЖКХ	5	–	5	–
	Итого по разделу:	60		60	Зачет
	Всего:	100	20	80	Экзамен

Организационно-методические указания к обеспечению учебного процесса

В результате повышения квалификации «Управление проектами (технологии современного менеджмента)»

слушатель должен **знать**:

- закономерности возникновения и существо проблем принятия решений при управлении проектами (органи-

зационными системами), включая учет человеческого фактора;

- теоретические и прикладные основы моделирования предпочтений участников организационных систем, принимающих решения;
- функциональные возможности технологий современного менеджмента класса «Декон-изопрайс»;
- методические основы поддержки принятия решений в задачах управления проектами по технологии «Декон-изопрайс»;

владеть:

- технологиями современного менеджмента, основываясь на технологиях класса «Декон-изопрайс»;
- моделированием предпочтений участников организационных систем;
- комплексным оцениванием объектов отрасли по технологии «Декон-изопрайс»;
- методикой разработки механизмов проведения конкурсов, тендеров, торгов по технологии «Декон-изопрайс»;
- методикой управления развитием объектов отрасли на основе технологий «Декон-изопрайс»;
- основами методики поддержки принятия решений в организационных системах управления проектами со сложной структурой по технологии «Декон-изопрайс».

При изучении дисциплины основное внимание преподавателей должно быть сосредоточено на практическом освоении слушателями технологий «Декон-изопрайс» и развитии навыков нахождения и постановки проблем в отрасли, решаемых на основе технологий «Декон-изопрайс», что отражается в защищаемой ими выпускной работе «Бизнес-план внедрения технологий современного менеджмента на предприятии ...».

Научное издание

**Харитонов Валерий Алексеевич,
Белых Андрей Алексеевич**

**ТЕХНОЛОГИИ
СОВРЕМЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА**

Редактор и корректор Л. С. Лыкова

Подписано в печать 22.10.2007. Формат 90 × 60/16.

Усл. печ. л. 11,88. Тираж 100 экз.

Заказ № 191/2007.

Издательство

Пермского государственного технического университета.

Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29, к. 113.

Тел.: (342) 219-80-33.

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пермский государственный технический университет»

В. А. Харитонов, А. А. Белых

**ТЕХНОЛОГИИ
СОВРЕМЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА**

Издательство
Пермского государственного технического университета
2007

УДК 338.24 + 374.3
ББК 65.291.21 + 74.5

РЕЦЕНЗЕНТЫ

д-р техн. наук, проф., заместитель директора Института
проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН

Д. А. Новиков;

д-р техн. наук, исполнительный вице-президент Россий-
ского союза промышленников и предпринимателей

В. Г. Передерий

Харитонов, В. А.

Технологии современного менеджмента / В. А. Хари-
тонов, А. А. Белых; под науч. ред. В. А. Харитонova.—
Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007.— 190 с.

ISBN 978-5-88151-812-7

Излагаются методологические, теоретические, прикладные и образо-
вательные аспекты проекта формирования инжинирингово-управленче-
ских компетенций, необходимых для внедрения технологий современного
менеджмента, базирующихся на оригинальных моделях основной состав-
ляющей человеческого фактора — предпочтений, в виде механизмов
комплексного оценивания с расширенными функциональными возможно-
стями. Предусмотренные проектом технологии призваны обеспечить
поддержку принятия решений в задачах управления социально-экономи-
ческими системами (менеджмента) с востребованным в современных ус-
ловиях высоким уровнем обоснованности, прозрачности и документирова-
ности.

Книга предназначена для использования в учебном процессе при
подготовке специалистов управленческих специальностей (управление
проектами, менеджмент): руководителей, аналитиков и менеджеров орга-
низаций и предприятий, преподавателей вузов, студентов и аспирантов.

УДК 338.24 + 374.3
ББК 65.291.21 + 74.5

Издано в рамках инновационной образовательной программы ПГТУ
«Создание инновационной системы формирования профессиональных компе-
тенций кадров и центра инновационного развития региона на базе многопро-
фильного технического университета».

ISBN 978-5-88151-812-7

© ГОУ ВПО «Пермский государственный
технический университет», 2007

СОДЕРЖАНИЕ

Условные обозначения и сокращения	6
Введение.....	7
Раздел 1. Методологические основы проекта создания и внедрения технологий современного менеджмента	12
1.1. Формирование целей и задач инновационно-образовательного проекта	12
1.2. Проблемы развития технологий современного менеджмента	18
1.3. Концепция моделирования предпочтений в задачах поддержки принятия управленческих решений	21
1.4. Технология диверсификации моделей и методов управления совместной деятельностью людей	30
Раздел 2. Расширение функциональных возможностей механизмов комплексного оценивания.....	35
2.1. Обоснование направлений совершенствования механизмов комплексного оценивания.....	35
2.2. Разработка нечеткого механизма свертки.....	42
2.3. Методика обоснования вариантов заполнения матриц свертки.....	46
Раздел 3. Методические основы моделирования человеческих предпочтений	52
3.1. Научно-методический аппарат конструирования матриц свёртки деревьев комплексного оценивания	52

3.2. Процедуры построения механизмов комплексного оценивания	58
Раздел 4. Инструментальные средства технологий современного менеджмента	72
4.1. Программный комплекс «Декон» (дерево комплексного оценивания).....	72
4.2. Программный комплекс «Декон-изопрайс»	75
4.3. Схемы основных алгоритмов программного комплекса «Декон-табл»	77
4.4. Особенности программной реализации комплекса «Декон-табл»	82
Раздел 5. Пакет прикладных моделей на основе технологий «Декон-изопрайс»	95
5.1. Модель комплексного оценивания защиты выпускных квалификационных работ.....	95
5.2. Модель ранжирования экспонентов для конкурса «Лучший товар в строительстве».....	97
5.3. Процедура анализа финансового состояния предприятия.....	104
5.4. Система поддержки принятия решений по кредитованию инвестиционных проектов ...	112
5.5. Управление распродажей строящегося жилья для решения задачи финансирования строительства из средств дольщиков	119
5.6. Методика обоснования технического задания на разработку конкурентоспособной продукции	127
5.7. Модели и методы исследования образовательных систем.....	132
5.8. Моделирование критических ситуаций на рынке недвижимости	135
5.9. Учет стратегий социально-экономического развития регионов при разработке земельного кадастра	140

5.10. Модели управления социально-экономическим развитием региона	142
Заключение	146
Библиографический список.....	147
Приложение 1. Исследование функции свертки нечетких переменных.....	152
Приложение 2. Программа дополнительного образования «Управление проектами (технологии современного менеджмента)»	184

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АЭ	— активный элемент
БМ	— базовая модель
ВКР	— выпускная квалификационная работа
ЖКХ	— жилищно-коммунальное хозяйство
ИУК	— инженерно-управленческая компетенция
ЛПР	— лицо, принимающее решения
ЛТСМ	— лаборатория технологий современного менеджмента
МКО	— механизм комплексного оценивания
ООМ	— объектно-ориентированная модель
ОС	— организационная система
ПМ	— прикладная модель
ПОМ	— проблемно-ориентированная модель
СОМ	— субъектно-ориентированная модель
СППР	— система поддержки принятия решений
ТСМ	— технология современного менеджмента
УК	— управляющая компания
УКЦ	— учебно-консалтинговый центр
ЦТ	— центр тяжести

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы Россия имеет устойчивый положительный платежный баланс и бездефицитный государственный бюджет. Успехи экономического роста в России все еще во многом обусловлены благоприятной ситуацией на мировых рынках топливных и сырьевых ресурсов. Поэтому сейчас на первый план в России выходят проблемы качества, роста и модернизации экономики.

На заседании президиума Государственного Совета по промышленной политике, состоявшемся в Волгограде в феврале 2007 года, президент России поднял вопрос о диверсификации экономики за счет подъема перерабатывающих отраслей и востребованности принципиально новой модели организации производства, ориентированной на создание инноваций и опирающейся на конкурентную среду. При этом России нужна модель экономического развития, органично ориентированная на межрегиональные и глобальные кооперационные связи, обеспечивающая промышленности системный подход к передовым информационным технологиям проектирования, стандартизации, контроля качества и приема продукции. В вопросах реструктуризации промышленности нужно, прежде всего, укреплять механизмы взаимодействия федеральных и региональных органов власти, в том числе связывать новые промышленные проекты с инвестиционными планами регионов.

Для успеха в этой области не хватает подлинной консолидации всех заинтересованных сторон. Необходимо обеспечить доверие, взаимопонимание и сотрудничество, разумный паритет между правительством, общественными организациями и собственно производством и его научным обеспечением. Только гармоничное взаимодействие этих трех сил может гарантировать стабильное динамичное развитие экономики.

Подлинная консолидация общества означает состояние равновесия в условиях проявления человеческого фактора, главным компонентом которого является множество интересов (предпочтений) его членов. Именно эти предпочтения играют определяющую роль на этапе принятия любых решений, в том числе и при управлении социально-экономическими проектами.

Для реализации управления, ориентированного на наиболее полное использование человеческого потенциала, необходимы новые технологии поддержки принятия решения, созревающие в ряде отечественных научных школ. Источником возникновения застоя теоретической, а следовательно, и прикладной составляющей современного менеджмента [1], развитие которого остановилось на концептуальных моделях, является отсутствие эффективных технологий моделирования человеческих предпочтений.

При принятии консолидирующих решений каждому участнику проекта диверсификации целесообразно:

- разобраться в собственных предпочтениях и предпочтениях партнеров, касающихся взглядов на решаемую проблему;
- представить свои предпочтения в форме четкого руководящего документа;
- выбрать лучший конкурсный вариант закупок, подрядов, персонала, организационной структуры или проекта в целом;
- заглянуть своими глазами в будущее (прошлое) предприятия;
- найти главные звенья в проблемах управления и бизнеса;
- «затянуть свою игру» с партнерами по управлению и бизнесу и т. п.

Для решения этого круга вопросов вполне уместно использование международного опыта. Во всем мире крупные корпорации формируют вокруг себя целые кластеры малых и средних предприятий: внедренческих, сервисных, дилерских компаний и фирм. Использование в этом процессе новых технологий поддержки принятия решений, основанных на моделировании человеческих предпочтений, создает предпосылку к подлинной кон-

солидации человеческого фактора с участием научных, общественных и политических организаций. Такая модернизация промышленности неизбежно формирует спрос на продукты и услуги отечественных научных центров. Таким образом промышленность будет реально интегрироваться в новую экономику и в экономику знаний.

Настоящее исследование выполнено в значительной степени под впечатлением от знаменательного события в рамках рассматриваемой предметной области — выхода сборника статей ученых Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, признанного лидера в науке управления, и особенно предисловия к нему Н. А. Абрамовой и Д. А. Новикова [2].

Этим изданием институт привлек внимание специалистов к комплексному обсуждению роли человеческого фактора в решении современных проблем управления, к интеграции подходов и идей, способных повлиять на качество практических задач управления. В свою очередь, авторы монографии с воодушевлением вступили в творческую дискуссию, надеясь, что обнаруженные в ходе ее совпадения и определенные расхождения во взглядах на ключевые вопросы учета человеческого фактора в управлении будут способствовать положительной динамике развития этой отрасли знаний.

Важнейшей методологической посылкой исследования принято требование адекватности теоретических моделей человека, невыполнение которого делает создателей моделей со своими человеческими факторами источниками риска. Данная посылка частным образом вытекает из строки Ф. Тютчева «Мысль изреченная есть ложь» и в купе с известным положением «Предупрежден — значит вооружен» обострит отношение к требованию адекватности моделей данного класса. В этой аранжировке авторами воспринят вопрос, поставленный И. В. Прангишвили: насколько эффективную помощь может оказать наука в решении практических задач управления, особенно в крупномасштабных и слабоструктурированных условиях, когда существенную роль в их осмыслении неизбежно играет человек?

Авторы считают себя безусловными приверженцами научного направления активных систем, ведущее место в котором

занимают сотрудники института проблем управления В. М. Бурков, Д. А. Новиков и др. [2–6]. В то же время они полагают необходимым отметить некоторые расхождения методологического и методического плана, способные временами приобретать принципиальный характер, включая терминологический аспект.

Целью обсуждаемого инновационно-образовательного проекта является разработка и внедрение в практику менеджмента алгоритмических, инструментальных и методических средств поддержки принятия управленческих решений в социально-экономических (организационных) системах на основе моделирования человеческих предпочтений и формирования необходимых для внедрения предлагаемых технологий инжинирингово-управленческих компетенций (ИУК).

Основными задачами проекта следует считать:

- дальнейшее развитие алгоритмических основ технологий современного менеджмента (прил. 1);
- расширение функциональных возможностей механизмов комплексного оценивания;
- конструирование инструментальных средств поддержки принятия управленческих решений;
- совершенствование методики моделирования человеческих предпочтений в созданной инструментальной среде;
- диверсификацию набора прикладных моделей по направлениям и уровням формирования инжинирингово-управленческих компетенций;
- разработку регламентов процессов подготовки и принятия управленческих решений по внедряемым технологиям;
- подготовку к изданию учебно-методических материалов в предметной области технологий современного менеджмента (ТСМ) для изучения общепрофессиональных дисциплин федерального компонента государственного образовательного стандарта (управление проектами, менеджмент), а также аналогичных дисциплин программ дополнительного образования (прил. 2).

В монографии использованы результаты совместных научных исследований с докторантами, аспирантами, соискателями

и студентами ПГТУ [7–36], в том числе — диссертационного уровня [33–36].

Формирование ИУК уровня выдачи сертификата на право работы в области ТСМ поддерживается разделами 4, 5 (по направлениям подготовки), уровня выдачи удостоверения — разделами 3–5, уровня выдачи свидетельства — разделами 2–5 настоящей монографии.

Раздел 1

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТА СОЗДАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СОВРЕМЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

1.1. Формирование целей и задач инновационно-образовательного проекта

Оставив за «кибернетикой» понятие всеобщего управления (такая широта, возможно, явилась основной причиной утраты им былой популярности), нам кажется уместным сохранить за «управлением» *автоматическое управление* техническими системами со сложившейся *парадигмой оптимального управления*. Другая подобласть кибернетики, ответственная за управление совместной деятельностью людей, закрепила за собой название «менеджмента», формально являющегося синонимом термина «управление». На стыке этих двух дисциплин возникла *эргономика*, учитывающая человеческий фактор операторов технических систем.

Продолжительное время менеджмент ограничивался *концептуальными моделями*, описываемыми естественным языком с использованием положений наивной логики, пока не сформировались *парадигмы активных систем и принятия решений*.

В первом случае человек как активный элемент системы формирует свои действия, стремясь удовлетворять собственные интересы и предпочтения. Считается, что решаемая исследователем задача управления заключается в нахождении управления, наиболее выгодного для центра, и ученый «играет» на стороне центра (В. Н. Бурков, Д. А. Новиков). Однако в активных системах, где люди являются и субъектами, и объектами управления,

их активность может проявляться не только в выборе управления, но и в манипулировании этим выбором через диверсификацию множества допустимых действий и модификацию своей целевой функции (инновационная, образовательная, профсоюзная и др. виды деятельности). Следовательно, точка приложения проводимых исследований может меняться в зависимости от спроса на консалтинг (заказа). Это обстоятельство согласуется и с положением о первичности интересов системы в целом при должной их интерпретации, и с принципом рационального поведения человека как активного элемента, разве что человек начинает проявлять большую активность, чем от него можно было ожидать, а также с фактом зависимости реального поведения человека от овладения им теоретической моделью поведения (обучения) (А. В. Щепкин).

Во втором случае альтернативная роль человека направлена на принятие управленческих решений, влияющих на деятельность других людей, с использованием человеческих оценок. Наблюдается постепенный сдвиг от принципа объективности по сути субъективных оценок к признанию их зависимости от субъектов (Д. А. Новиков). Управление в рамках данной парадигмы трактуется не как воздействие на управляемый объект внутри системы управления, а как процесс принятия решений. Отсюда становится понятной актуальность компьютерной поддержки принятия решений в зависимости от набора мотивов лица, принимающего решения (ЛПР). Здесь решение понимается как выбор из известного множества вариантов на основе субъективных предпочтений (Э. А. Трахтенгерц).

Таким образом, обе описанные парадигмы порождают третью (рис. 1.1), содержательно охватывающую *моделирование предпочтений*. В связи с тем, что основная задача научных исследований в этой области состоит не в нахождении лучшего управления, а в обеспечении интеллектуальной деятельности ЛПР (активных элементов) знаниями и средствами поддержки их деятельности, становится востребованной совокупность средств, процессов, методов, с помощью которых осуществляется моделирование предпочтений, синтез управлений по методологии активных систем и поддержки принятия решений, т. е.



Рис. 1.1. Структура предметных областей управления

технология современного менеджмента как сугубо прикладная наука, непосредственно затрагивающая модели социально-экономических субъектов.

Поскольку в названной технологии, по А. В. Щепкину, непосредственно участвуют ЛПР, руководитель и эксперт, владеющий знаниями и опытом при подготовке решений, но не отвечающий за их окончательный выбор и применение, все они должны владеть искусством моделирования предпочтений. Отсюда становится понятной и востребованной инновационно-образовательная составляющая технологии.

В связи с тем, что перспективные цели управления, такие как управление на основе предвидения изменений и экспертных решений, вытекающие из динамики задач, встающих перед со-

временным руководителем, сталкиваются с отсутствием свойств наблюдаемости процессов принятия решений, это приводит к необходимости подготовки и персонала, способного к содержательному документированию всех обстоятельств управления совместной деятельностью людей, т. е. менеджмента.

В новых условиях управленческая компетенция менеджеров раскрывает тенденцию к функционально-технологическому расширению (на рис. 1.1 обозначено штрих-пунктирной линией). Современный менеджмент должен выполняться на основе применения инженерных методов и эффективных инструментальных средств моделирования совместными командами специалистов организационных систем и консалтинговых фирм. Можно говорить о востребованности инженерингово-управленческих компетенций у специалистов в области современного менеджмента.

Достижение целей проекта предполагает создание и многоуровневую организацию деятельности учебно-консалтинговых центров (УКЦ) по формированию инженерингово-управленческих компетенций (ИУК), представленную диаграммой на рис. 1.2.

Нулевой уровень ИУК охватывает вопросы разработки методологии синтеза базовых моделей (БМ) современного менеджмента, характеризуется высокой наукоемкостью и поддерживается подразделениями послевузовского образования — аспирантурой и докторантурой. Принадлежность специалиста к данному уровню подтверждается успешной защитой ученых степеней, публикациями в рецензируемых журналах, свидетельствами о регистрации программных продуктов, авторскими свидетельствами и патентами.

Под базовыми моделями в проекте понимаются универсальные алгоритмы и программы, приобретающие определенную интерпретацию в прикладных моделях менеджмента: механизмы комплексного оценивания (МКО) произвольной структуры и наполнения матриц свертки, представления частных критериев (параметров) и комплексных оценок, процедуры построения функций чувствительности и транзитивного замыкания, процедуры коррекции рефлексивных моделей предпочтений по данным наблюдений, композиции МКО, игровые

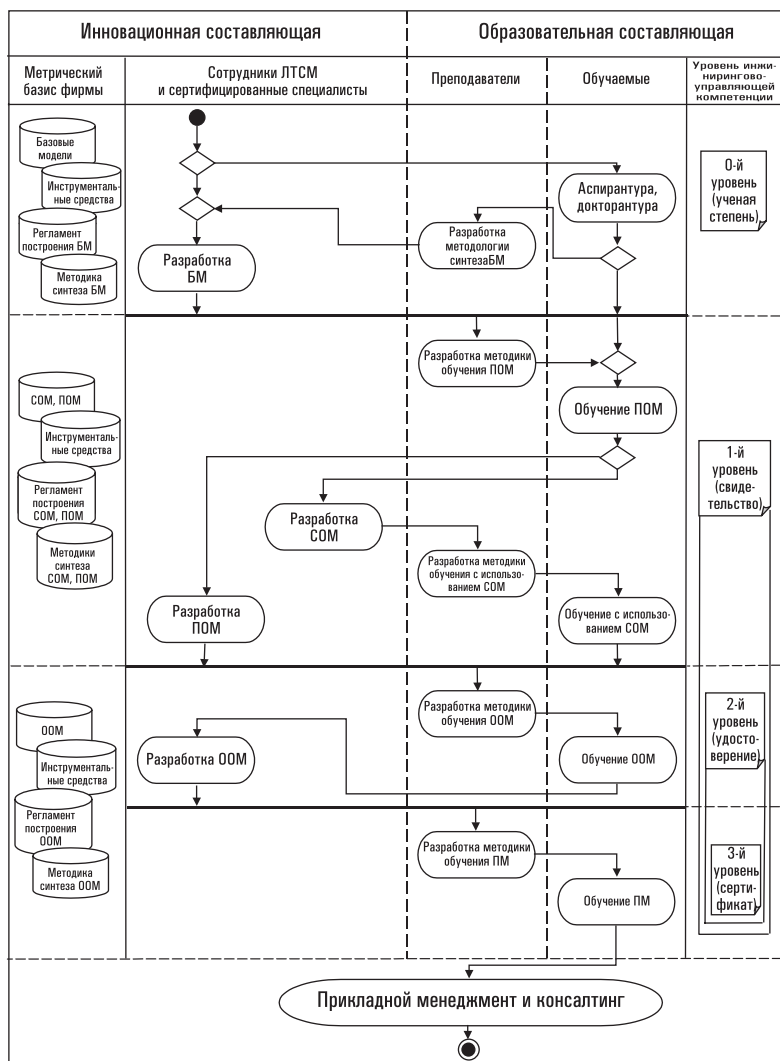


Рис. 1.2. Диаграмма деятельности учебно-консалтингового центра по формированию уровней инжинирингово-управленческих компетенций

модели, базовые модели стимулирования, портфели активов, построители траекторий развития абстрактных объектов, нейронные механизмы и др.

Первый уровень ИУК, в отличие от второго и третьего, дополнительно охватывает проблемно-ориентированные модели (ПОМ), строящиеся на основе базовых моделей по отдельным направлениям менеджмента: конкурсы различных приложений, модели сегментов рынка, портфелей недвижимости, разнообразных механизмов стимулирования, субъектно-ориентированные модели (СОМ) образовательного процесса на принципах индивидуального, личностного подхода и др.

Данный уровень ИУК реализуется в виде дополнительного образования по 100-часовой программе с выдачей свидетельства на право работы с данными технологиями. Дальнейшие задачи первого уровня совпадают со вторым уровнем ИУК, охватывая объектно-ориентированные модели (ООМ), представляющие собой конкретизированные под социально-экономический объект ПОМ. Такими моделями могут быть: конкурсные механизмы именного назначения, например, выставка «Строительство и ремонт», Пермь, 2007; механизм оценивания уровня выпускных квалификационных работ по кафедре «Экспертиза недвижимости» строительного факультета ПГТУ, управление распродажей строящегося жилья комплекса «Акварель» и др. Обучение проходит по 72-часовой программе с выдачей удостоверения на право работы с данными технологиями.

Компетенции третьего уровня, поддерживаемые носителями компетенций предыдущих уровней, предусматривают формирование навыков принятия управленческих решений в условиях использования заблаговременно разработанных моделей и укладываются в рамки прикладного менеджмента. Обучение компетенциям этого уровня может колебаться в пределах 8–36 часов и завершается выдачей сертификата на право работы с соответствующей моделью. При отсутствии у заказчика сертифицированных специалистов предшествующих уровней разработка необходимых моделей может быть выполнена специалистами УКЦ в формате консалтинга.

Для уяснения специфики задач менеджмента с позиций разработки предлагаемых технологий целесообразно провести анализ проблем современного менеджмента.

1.2. Проблемы развития технологий современного менеджмента

Данная проблематика, прежде всего, относится к предметной области стратегического менеджмента. В этом вопросе авторы придерживаются определения стратегического менеджмента, данного в работе [1]. Эффективность менеджмента в значительной степени определяется качеством используемых инструментов.

Под инструментом стратегического управления понимают методы подготовки и принятия управленческих решений, методики прогноза и анализа информации, модели, отражающие соотношение экономических и производственных показателей [1]:

- матрицы обоснования стратегий, устанавливающие связи между имеющейся проблемой и возможными путями ее решения;
- матрицы стратегического баланса (SWOT-анализ), сопоставляющие преимущества и недостатки производства с возможностями и рисками рынка;
- выбор стратегических зон хозяйствования в связи с диверсификацией производства;
- техника сценариев в задачах прогноза будущего в условиях неопределенности внешних факторов;
- мониторинг опережающей корректировки методов достижения поставленных целей по симптомам отклонений внешних факторов;
- матрица Бостонской консультационной группы, служащая анализу набора (портфеля) стратегических продуктов, находящихся на различных стадиях жизненного цикла;
- матрица Мак-Кинзи (привлекательность рынка — относительные преимущества в конкуренции);
- анализ конкурентной среды по М. Портеру (пять групп факторов: конкуренция, барьеры, замещающие продукты, сила поставщика, сила покупателя);
- методы опережающего управления (ликвидация проблем — ликвидация последствий проблем);

- проблемно-целевой семинар коллективной выработки стратегии;
- управление по целям и результатам (МВО П. Друкера);
- сбалансированная система показателей (финансы, рынок, производство, развитие — Р. Каплан, Д. Норманн);
- бизнес-план (анализ и оценка новых проектов);
- PEST-анализ внешней среды и сценариев ее изменения по факторам: политика, экономика, социум, технология;
- ABC-анализ, основанный на принципе Парето 20/80, выделяющем главные компоненты (группы).

Эффективность решения задач стратегического менеджмента перечисленными методами в современном их состоянии нельзя признать удовлетворительной. Сложность решения данной проблемы кроется в главной отличительной особенности специальности менеджмента как подобласти общей теории управления — необходимости существенного учета человеческого фактора, характеризуемого, прежде всего, совокупностью предпочтений, активно влияющих на процессы управления и плохо поддающихся формализации и математическому моделированию. В работе обсуждаются перспективы развития инструментальных средств поддержки методов стратегического менеджмента на основе новейших результатов в области конструирования и расширения функциональных возможностей механизмов комплексного оценивания [16], служащих измерителем состояния объекта управления и являющихся предметом исследования теории активных систем [3].

Человеческий фактор в системах управления широкого класса естественным образом распадается на три составляющих: предпочтение потребителя, предпочтение поставщика товаров и услуг (менеджера) и предпочтение экспертов, осуществляющих многопараметрическое оценивание выпускаемой продукции. Следует заметить, что при отсутствии достаточной статистики человеческий фактор приходится учитывать по варианту нечеткой неопределенности.

В традиционном менеджменте предпочтения потребителя представляются множеством наборов $\{X_{\Pi}\}$ характеристик това-

ров (услуг) каждого вида на фоне производимого набора с параметрами X , оцениваемыми экспертами набором $X_Э$. Эти переменные в виде потоков данных показаны на рис. 1.3. При несовпадении спроса и предложения $\{\Delta X\}$ менеджером принимается управленческое решение $(\Delta X_y, R_y)$ в условиях конкурентных предложений $\{X_k\}$ и ограничения ресурсов $R_y \subseteq R$. Чем шире набор параметров $|X|$, тем сложнее менеджеру найти наиболее эффективное решение без специальной инструментальной поддержки, способной анализировать предпочтения всех заинтересованных сторон в комплексной (агрегированной) форме.

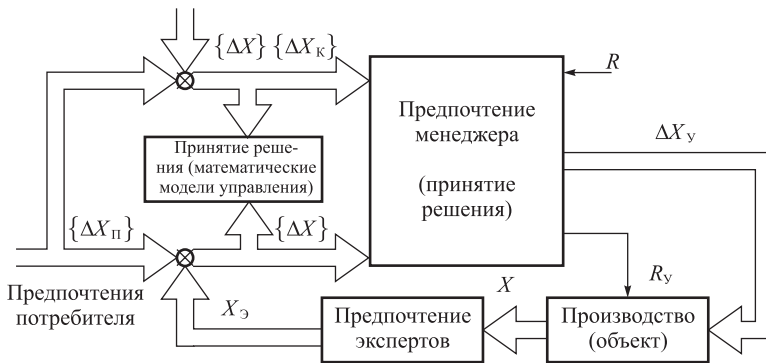


Рис. 1.3. Традиционная структурная схема менеджмента производства

Предпочтения основных участников рынка моделируются механизмами комплексного оценивания по инициативе менеджера производства путем разработки дерева целей (критериев), процедуры нечеткой свертки и шкалы частных, промежуточных и окончательных (комплексных) результатов оценивания.

Инструментарий поддержки принятия решения осуществляет агрегирование (свертку) данных в балльной форме согласно заданной менеджером шкале (переход от потоков данных к однопараметрическим связям): от экспертов ($\bar{X}$), потребителей ($\bar{X}_{II}$) и конкурентов ($\bar{X}_k$). Преимущества данного подхода заключаются в упрощенном представлении изначально сложной информации (единственный комплексный показатель), в возможности сопоставления предпочтений различных по ро-

ли участников рынка и принятия на этой основе эффективных управленческих решений в рамках предоставленных ресурсов, способных повлиять на расстановку рыночных отношений (рис. 1.4).

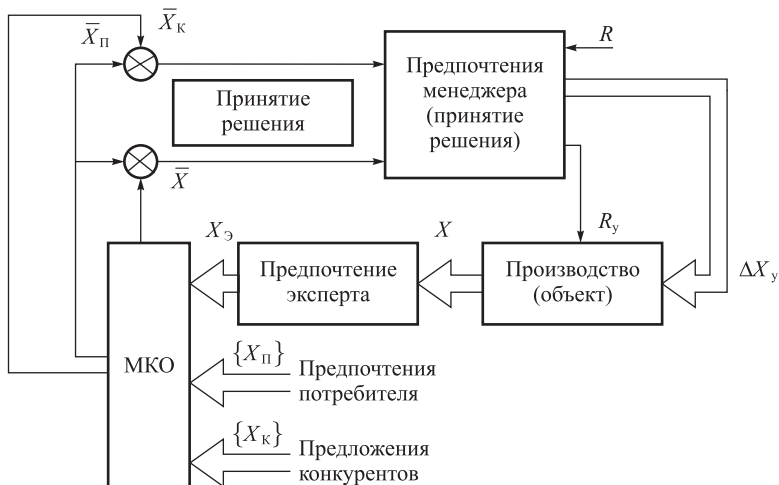


Рис. 1.4. Структурная схема менеджмента с учетом человеческого фактора посредством агрегирования предложения участников рынка

Таким образом, учет человеческого фактора моделированием предпочтений его составляющих позволяет организовать творческий диалог в рамках любого из перечисленных ранее методов стратегического менеджмента, что делает возможным выдвижение новой концепции в области поддержки принятия управленческих решений.

1.3. Концепция моделирования предпочтений в задачах поддержки принятия управленческих решений

Всю свою жизнь человек непрерывно занимается инициированием, разработкой и реализацией проектов широкого спектра: от проектов личного характера до проектов производственного назначения.

В основе этих многогранных процессов лежит процедура принятия решения — выбора из альтернативных вариантов. Наилучшее решение может быть выбрано только среди ранжированного ряда.

Построение ранжированного ряда выглядит тривиальной задачей лишь при установлении на множестве вариантов бинарного отношения порядка в случаях, когда варианты отличаются одним параметром и можно говорить о простом (одномерном) отношении порядка. Для многомерного отношения порядка, предполагающего наличие у ранжируемых вариантов нескольких некоррелированных гетерогенных (разнородных) параметров, процедура его формализации резко усложняется.

Причина этого явления состоит в неоднозначной интерпретации многомерного отношения порядка, выступающего в качестве предпочтения — сугубо человеческого фактора, играющего главную роль в менеджменте, выделившемся из общей теории управления как подобласть управления совместной деятельностью людей — активных элементов организационной системы.

Обнаружение у активных элементов организационных систем новых (по сравнению с пассивными элементами) свойств: «свобода» выбора своего состояния, собственные предпочтения и цели, интерес к поведению других активных элементов и способность к его прогнозированию [4], что позволяет отнести подобные системы к классу «недетерминированных», лишенных традиционных средств описания (моделирования), успешно работающих в предметной области физических законов и явлений. Остро ощущается потребность в появлении новой парадигмы принятия решений как теории и способа действия в науке, модели или образца исследования научных задач [37].

Следует заметить, что «свобода» активных элементов организационных систем не является абсолютной (анархической, произвольной). Она подчиняется своим закономерностям, рождающимся в предметной области ряда дисциплин: психологии, социологии, физиологии и др., а следовательно, может быть формализована с целью получения подходящих моделей, описывающих предпочтения активных элементов и ограничивающих изначально декларируемую «свободу» их поведения.

Источником возникновения бесспорного факта застоя теоретической, а следовательно, и прикладной составляющей современного менеджмента, является отсутствие эффективных технологий моделирования человеческих предпочтений, интерпретируемых авторами в качестве многомерных бинарных отношений и способных:

1) помочь носителю предпочтения осознать и сформулировать свое совокупное мнение в классе объектов посредством группы признаков (параметров, характеристик, частных критериев и т. п.);

2) построить математическую (аналитическую) модель каждого предпочтения во всей многомерной области определения и документировать его;

3) передать (предъявить) полученную модель для ориентации или строгого исполнения в качестве руководящего документа для других активных элементов организационной системы;

4) осуществлять достаточно «тонкое» ранжирование произвольного числа вариантов объектов предъявленного предпочтения с целью принятия решения конкурсного характера;

5) осуществлять прогноз развития (траектории) качества отдельных объектов в рамках сформулированного (формализованного) предпочтения;

6) оценивать чувствительность качества представленных объектов к вариациям частных показателей в установленной системе предпочтений;

7) строить композиции предпочтений нескольких участников организационных систем с целью нахождения (обоснования) наилучших решений игровыми методами.

Таким образом, перспективным направлением достижения перечисленных возможностей теорией управления организационными системами является модификация моделей рационального поведения, основанных на максимизации активными элементами их целевых функций, за счет включения в эти модели агрегирования (свертки) [15] многомерных отношений порядка — предпочтений активных элементов.

Гносеологическая сложность моделирования предпочтений не должна останавливать исследователя, во-первых, в силу

объективного существования и решающей роли предпочтений в организационных системах, во-вторых, по причине настоятельной необходимости этих попыток, поскольку того, что не можем моделировать, мы не понимаем и не способны эффективно использовать в достаточной для управления мере. Следовательно, в качестве новой концепции современной парадигмы решения исследовательских задач в области управления организационными системами можно предложить учет человеческого фактора в форме моделей предпочтений, что позволит создать новые технологии решения следующих задач:

1. Разработка или уточнение целей развития системы (регион, корпорация, фирма и т. д.).
2. Моделирование динамики социальных процессов.
3. Декомпозиция цели развития системы на частные задачи оптимального ее достижения.
4. Обоснование технических заданий на разработку и изготовление конкурентоспособной продукции.
5. Проведение неманипулируемых конкурсов, тендеров и т. п.
6. Контроль исполнения и сопровождение проектов.
7. Кредитование бизнес-процессов, ориентированное на кредитную политику инвесторов (банков).
8. Управление рынками, прогнозирование и предупреждение критических ситуаций на рынках.
9. Управление капитализацией объектов ЖКХ.
10. Разработка стратегии кадастрового оценивания земли.
11. Управление портфелями активов (объектов недвижимости).
12. Управление образовательными процессами, в том числе использование новых (дистанционных) форм обучения.

Достижению этой цели препятствует ряд проблем, которые можно сгруппировать в три больших класса [2]: проблема создания парадигмы принятия решений; проблема адекватности моделей и идентификации организационных систем; проблема решения задач анализа и синтеза оптимальных управлений.

Проведенное исследование ставит своей целью в дискуссионном плане обосновать возможные подходы к моделированию

предпочтений активных элементов организационных систем с позиций их соответствия трем обозначенным в работе [2] классам проблем.

Рассмотрим базовую модель принятия решений в организационной системе, представленную на рис. 1.5. Развертывание данной модели происходит при внесении в нее моделей предпочтений и/или их рефлексий.

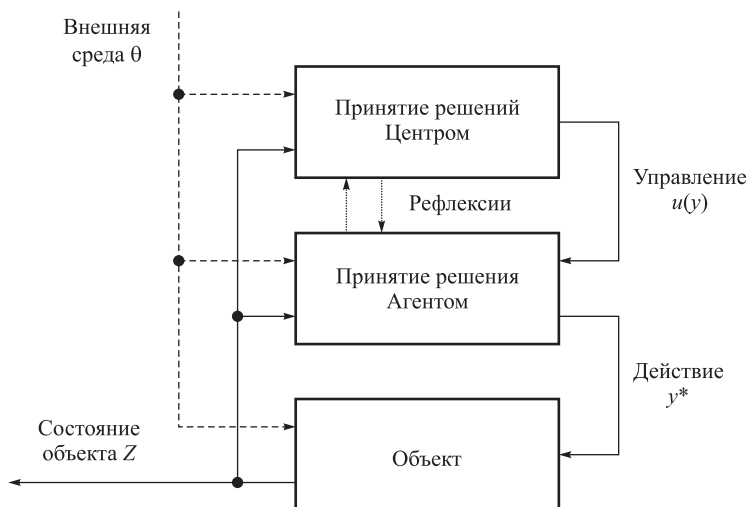


Рис. 1.5. Базовая модель принятия решений в организационной системе

Пусть многомерное состояние Z объекта ответственности Центра оценивается произвольным значением свертки z посредством модели предпочтения $G_{\text{ц}}^1$, несущей в себе тип Центра $r_{\text{ц}}$ (рис. 1.6).

Центру должна быть предоставлена возможность выбора желаемого состояния объекта в будущем с оценкой $z_{\text{ж}}$, способной принимать положительные значения (развитие объекта), нулевое (стабилизация состояния объекта) и даже отрицательные значения (управляемая деградация объекта), что обусловлено динамикой изменения параметров объекта из Z во времени.

Если оператор $G_{\text{ц}}^1$ является достаточно развитой моделью предпочтений Центра, то он способен предоставить полное множество возможных планов управления объектом согласно

Внешняя среда θ

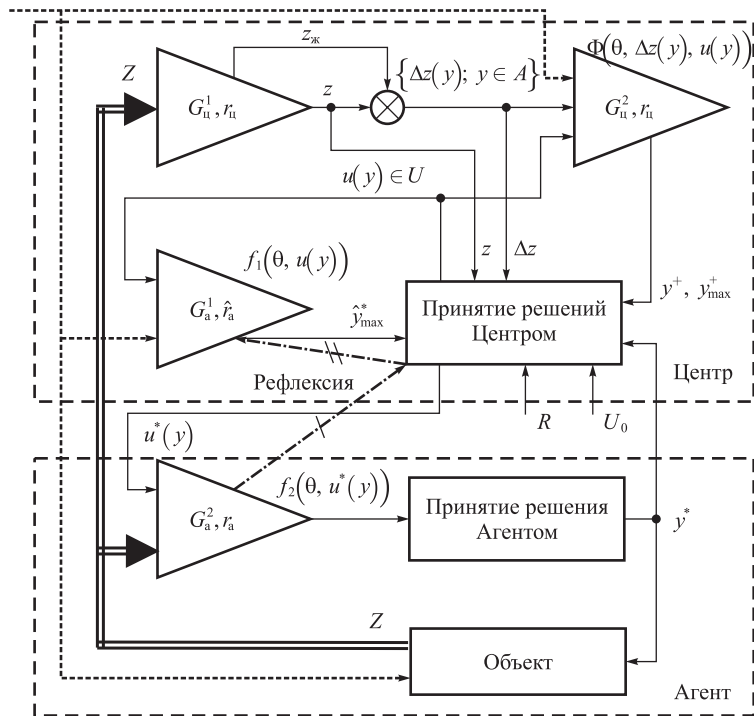


Рис. 1.6. Модель принятия решений в организационной системе с учетом человеческого фактора в виде предпочтений активных элементов

формулируемым рассогласованиям: $\{\Delta z(y); y \in A\}$, поддерживаемым действиями агента y из множества его допустимых действий A . Возникает задача выбора эффективного управления действиями агента, исходя из заданного набора управлений U_0 , имеющегося ресурса R и состояния среды θ .

Целевая функция Центра $\Phi(\dots)$ представлена моделью предпочтений $G_{\text{ц}}^2$ с тем же типом $r_{\text{ц}}$ как свертка состояния среды θ , результатов действия агента $\Delta z(y)$ и затрат на стимулирование действий агента $u(y): \Phi(\theta, \Delta z(y), u(y))$. Используя в качестве модели предпочтения свертку с развитым свойством ранжирова-

ния, нетрудно идентифицировать наиболее эффективные для Центра действия агента y^+ в каждом управлении $u(y)$: $y^+ = \operatorname{argmax}_{y \in u(y)} \Phi(\theta, \Delta z(y), u(y))$ и на имеющемся множестве

$$\text{управлений } U_0: y_{\max}^+ = \operatorname{argmax}_{y^+ \in u(y) \in U_0} \Phi(\theta, \Delta z(y), u(y)).$$

Следующая часть задачи выбора эффективного управления организационной системой заключается в учете человеческого фактора, сосредоточенного в предпочтениях агента.

Если Центр располагает определенной информацией о типе агента r_a , то он может построить модель его целевой функции $f_1(\theta, u(y))$ в виде свертки, несущей в себе рефлекссию типа агента $\hat{r}_a: G_a^1$. Информация об объекте поступает агенту опосредованно в форме предлагаемых действий $y \in A$, сформулированных Центром при планировании управлений.

Сверка G_a^1 с развитым свойством ранжирования способна рефлексивно идентифицировать решения агента $\hat{y}^*$ для каждого управления $u(y)$: $\hat{y}^* = \operatorname{argmax}_{y \in u(y)} f_1(\theta, u(y))$, и найти среди

имеющихся у Центра управлений U_0 наиболее эффективное для него управление $u^*(y) = \operatorname{argmax}_{u(\hat{y}^*) \in U_0} \Phi(\theta, \Delta z(y), u(y))$, гипоте-

тически стимулирующее агента к действию $\hat{y}_{\max}^* = \operatorname{argmax}_{y \in u^*(y)} f_1(\theta, u^*(y))$.

Если желаемая $\Phi(y_{\max}^+)$ и ожидаемая $\Phi(y_{\max}^*)$ эффективности системы расходятся на недопустимо большую для Центра величину $\Delta\Phi$, то им может быть принято решение о расширении исходного набора допустимых управлений или предоставленного ресурса до тех пор, пока не будет достигнуто отношение $\Delta\Phi = \Phi(y_{\max}^+) - \Phi(y_{\max}^*) \leq \Delta\Phi_{\max}$, либо пересмотра первоначальных планов развития объекта $\{\Delta z(y); y \in A\}$.

Обозначим реальные предпочтения агента с типом r_a как свертку G_a^2 , которая в общем случае отличается от ее рефлексии

G_a^1 Центра. Поэтому принятое агентом решение $y^* = \operatorname{argmax}_{y \in u^*(y)} G_a^2(\theta, u^*(y))$ может не совпадать с ожидаемым $\hat{y}_{\max}^*$.

Основанием для идентификации предпочтения агента по результатам натурального эксперимента, кроме $(u^*(y), y^*)$, может служить дополнительная информация Центра: $\Delta z(y_{\max}^*)$, $\Delta z(y^*)$; $\Phi(y_{\max}^*)$, $\Phi(y^*)$; $f_1(y_{\max}^*)$, $f_1(y^*)$, а также отношение порядка между приведенными парами данных, что дает возможность последующей коррекции рефлексивной модели предпочтения агента G_a^1 с последующим повторением всей процедуры принятия Центром управленческого решения.

Для решения проблемы адекватности и идентификации организационных систем [6, 38] необходимо, во-первых, обеспечить оценку ε -оптимальности на основе определения дифференциалов $\frac{\partial \Delta z(p)}{\partial p} dp$ и $\frac{\partial \Phi(p)}{\partial p} dp$, характеризующих устойчивость оптимального решения по каждому параметру модели p . Во-вторых, следует установить класс реальных систем, в которых данное управление еще обладает свойством оптимальности в соответствии с множеством инвариантных состояний модели, объединяемых отношением эквивалентности (комплексной оценкой), формирующим геометрическое место однородных точек равной цены.

Проблема решения задач анализа и синтеза оптимальных управлений традиционно связывается как с выделением новых классов моделей организационных систем, так и с получением аналитических результатов исследований ряда известных моделей [2]. Рассматриваемая в работе новая концепция учета человеческого фактора в форме моделей предпочтений уже по определению тяготеет к прикладным задачам принятия решения, неповторимость которых с позиций теории управления проектами приводит к необходимости представления современной парадигмы как «действия» в науке в качестве определенной технологии анализа и синтеза оптимальных управлений.

Моделирование предпочтений относительно сложных объектов, описываемых несколькими критериями, должно осуществ-

ляться процедурами комплексного оценивания. В сравнении с линейными свертками и другими методами [39], как будет показано ниже, в наибольшей степени отвечают предъявленным ранее требованиям методы формирования комплексной оценки на основе построения иерархической структуры (дерева) критериев.

Для расширения функциональных возможностей математического аппарата моделирования по четкой процедуре $f(\dots, \dots)$, задаваемой матрицей свертки, в соответствии с принципом обобщения по схеме, предложенной Д. А. Новиковым, вычисляется нечеткая оценка $\tilde{X}$ по нечетким аргументам (критериям) $\tilde{X}_1$ и $\tilde{X}_2$ с функцией принадлежности $\mu(x)$:

$$\mu_{\tilde{X}}(x) = \sup_{\{(x_1, x_2) | f(x_1, x_2) = x\}} \min\{\mu_{\tilde{X}_1}(x_1), \mu_{\tilde{X}_2}(x_2)\}. \quad (1.1)$$

Дальнейшее расширение класса матриц свертки можно осуществить с помощью нечеткой процедуры свертки, в основе которой лежит нечеткая матрица свертки. Некоторые или все ячейки такой матрицы $\tilde{m}$ представлены несущим множеством значений с функцией принадлежности $\mu_{\tilde{m}}(m)$, где m — элемент несущего множества. Тогда функция принадлежности нечеткой оценки $\tilde{X}$ определится согласно выражению

$$\mu_{\tilde{X}}(x) = \sup_{\{(x_1, x_2, m) | m = x\}} \min\{\mu_{\tilde{m}}(x_1, x_2, m), \mu_{\tilde{X}_1}(x_1), \mu_{\tilde{X}_2}(x_2)\}. \quad (1.2)$$

Интерпретация нечеткой свертки упрощается использованием процедуры дефазификации (построения четких аналогов нечетких чисел) переменных по наиболее распространенному методу Центра тяжести (ЦТ):

$$\hat{X} = \text{ЦТ}(\tilde{X}) = \varphi(\mu) = \frac{\sum x\mu}{\sum \mu}, \quad (1.3)$$

что позволяет рассматривать функцию нечеткой свертки в дефазифицированной форме:

$$\hat{X} = \text{ЦТ}(\tilde{X}) = \varphi\left(f_i\left(\varphi(\tilde{X}_1), \varphi(\tilde{X}_2)\right)\right) = f_i(\hat{X}_1, \hat{X}_2). \quad (1.4)$$

Для большей наглядности функции нечеткой свертки вычисляются по уравнениям кусочно-гладких проекций изопрайс (дифференцируемых функций — линий одинаковой цены $\hat{X}_C$):

$$\hat{X}_C = \varphi(\mu_1, \mu_2) = f_i(\hat{X}_1, \hat{X}_2). \quad (1.5)$$

Приведенные отношения (1.1)–(1.5), более подробно раскрываемые в последующих разделах монографии, позволяют строить эффективные программные комплексы для моделирования предпочтений и принятия решений в организационных системах в качестве инновационной технологии анализа и синтеза оптимальных управлений. При этом в силу известной широты предметной области менеджмента следует ожидать диверсификации классов моделей с одновременным сужением их тиражируемости, вплоть до эксклюзивности, обозначающей здесь уникальность и неповторимость объектов. В таких условиях разработка прикладных моделей может стать непозволительной роскошью, если этот процесс не поддерживать эффективной технологией.

1.4. Технология диверсификации моделей и методов управления совместной деятельностью людей

Моделирование предпочтения субъекта, принимающего решение, ранжирование множества вариантов решения, обоснование перспективных направлений их развития отличаются новыми возможностями (рис. 1.7):

- независимым выражением суждений экспертов;
- ориентацией на сформулированные заказчиком приоритетные направления в интересующей его предметной области;
- ограничением манипулирования вариантами принятия решения;
- интерпретацией сложившегося ранжированного ряда объектов сопоставления с указанием перспективных направлений развития альтернативных вариантов для изменения имеющего место отношения порядка между ними.

Указанные свойства новых инструментальных средств менеджмента позволяют избежать потери в виде упущенной

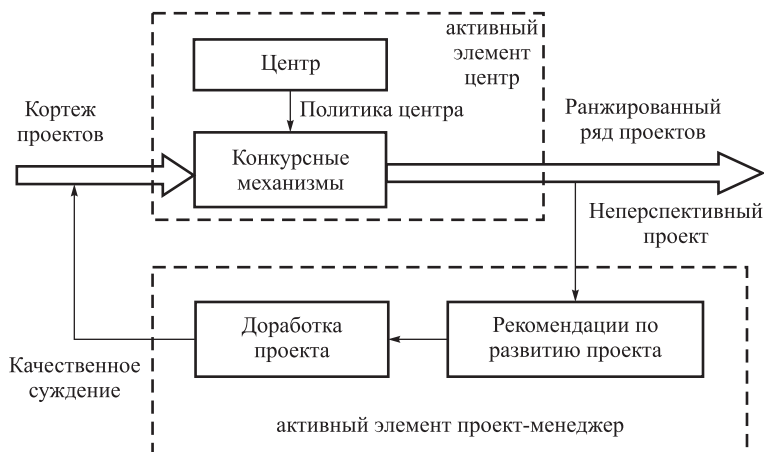


Рис. 1.7. Система управления процессами разработки проектов

экономической выгоды, связанной с принятием неоптимальных решений, присущих известным технологиям вследствие неэффективного использования ими экспертной информации, игнорирования приоритетных направлений развития экономических субъектов, принципиальной возможности манипулирования результатами экспертизы и отказа от полномасштабного анализа альтернативных вариантов.

Возможные области применения программных продуктов данного класса начинают стремительно расширяться.

1. Принятие конкурсных решений:

- на множестве альтернативных проектов различного назначения;
- на этапе выбора подрядных организаций, управляющих компаний и производителей востребованной продукции;
- на конкурсах любой специализации;
- при назначении претендентов на вакантные места в организациях и на производстве;
- среди абитуриентов образовательных учреждений и др.

2. Обслуживание банков и инвестиционных компаний:

- поддержка принятия решений о кредитовании физических и юридических лиц;

- управление портфелями активов (объектов недвижимости);
- управление рисками;
- управление распродажей строящегося и готового жилья (ипотекой) и др.

3. Обслуживание сферы ЖКХ:

- управление капитализацией объектов ЖКХ;
- поддержка принятия решений в кондоминиумах;
- сайтовый консалтинг участников рынка недвижимости и др.

4. Научно-методическое обеспечение региона и предприятий (организаций):

- моделирование социально-экономического развития региона и его структурных элементов;
- моделирование динамики социальных процессов;
- прогнозирование критических ситуаций на рынках;
- обоснование технических заданий на разработку конкурентоспособной продукции;
- разработка инструмента реализации принятой стратегии кадастрового оценивания земли;
- поддержка процессов диагностирования в медицине и др.

5. Инновационные технологии в образовании:

- формирование системы оценки качества образовательных услуг;
- управление образовательным процессом при дистанционной форме обучения;
- подготовка специалистов в сфере предлагаемых программных продуктов и др.

Потенциальные потребители производимых программных продуктов находятся на конкретном уровне мирового хозяйства (микро-, мезо-, макро- и мегаэкономики), в муниципальных, государственных, негосударственных и международных организациях различного назначения, в органах управления, в министерствах, ведомствах и подчиненных им организациях, в органах юрисдикции, в юридических и адвокатских консультациях, в судах,

в правоохранительных органах, в экономических, банковских, налоговых учреждениях, в учебных заведениях, в общественных организациях, в ассоциациях и объединениях, на предприятиях различной организационно-правовой формы, в органах охраны природы, распределения природных ресурсов и энергоносителей, в различных отраслях хозяйства страны или региона.

В то же время общая характеристика программных продуктов данного класса сводится к следующему.

1. Продукт отличается высокой наукоемкостью, поскольку производится по специально разрабатываемым методикам для каждой области применения с учетом предпочтений каждого заказчика.

2. Его использование оправдано, в первую очередь, там, где невозможно обойтись без обработки единственно доступной экспертной информации.

3. Целесообразно систематическое сопровождение внедренного продукта высококвалифицированными специалистами.

4. Затраты на производство и эксплуатацию программных продуктов данного класса охватывают расширение инструментальной базы технологии, разработку программной продукции на выделенных вычислительных средствах, маркетинг и подготовку потенциальных пользователей — специалистов в сфере предлагаемых программных продуктов.

Разрешение сложившегося противоречия обнаруживается в разработке специальной технологии, получившей рабочее название «Декон-изопрайс», интерпретация которого станет понятна из последующего материала. Основная задача созданной технологии заключается в развитии совокупности методов поддержки принятия решений в области управления социально-экономическими проектами (менеджмента) на основе моделирования предпочтений всех участников организационной системы (области ответственности ЛПР), научного их описания и программного сопровождения.

Научная задача создаваемой технологии современного менеджмента — обоснование способов перехода от качественных форм суждений к количественным формам и на этой основе — от концептуальных моделей менеджмента к математическим моделям (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Структура научной технологии

Эксклюзивный, часто закрытый для широкой общественности характер прикладных задач технологии обусловил ряд дополнительных требований к использующему ее персоналу, а именно: такие специалисты должны сочетать понимание интересов своей фирмы и возможностей предлагаемой технологии.

На протяжении развития концепции систем поддержки принятия решений (СППР) и их внедрения акцент ставился по очереди на каждый из трех элементов: решение, поддержку решения и систему, обеспечивающую эту поддержку.

Решение относится к функциональным и аналитическим аспектам, к критериям выбора. Поддержка относится к обеспечению необходимыми инструментами, к описанию способов действий ЛПР в качестве оказываемой ему помощи. Система относится к технологии всего процесса, к возможностям, предоставляемым ЛПР.

СППР в ближайшем будущем должны развиваться гармонично, сочетая нормативный подход с технологиями экспертных систем и акцентируя внимание на понимании способов выработки решения специалистами, чтобы, используя знания экспертов, осуществить переход от обработки данных к технологии знаний [1].

СППР должны будут включать перечисленные возможности, тем более что техническая база, компьютерные сети и распределенные базы данных уже имеются и используются в большинстве организаций.

Раздел 2

РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕХАНИЗМОВ КОМПЛЕКСНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

2.1. Обоснование направлений совершенствования механизмов комплексного оценивания

При решении ряда прикладных задач возникает проблема, связанная с методами формирования комплексной оценки сложных объектов, описываемых несколькими гетерогенными критериями. В последнее время наряду с линейными свертками большую популярность завоевывают методы, разработанные на основе построения иерархической структуры (дерева) критериев с матрицами свертки, помещаемыми на место его вершин. Такой подход позволяет обеспечивать необходимую объективность процедуры экспертного наполнения этих математических объектов и иметь возможность наблюдать за влиянием динамики отдельных факторов на итоговую оценку.

В современных механизмах комплексного оценивания на дереве комплексного оценивания рассматривается процедура транзитивного замыкания, устанавливающая матрицу свертки для пары предшествующих критериев при фиксированных значениях остальных в ранге заключительной, что позволяет анализировать непосредственное влияние этой пары на итоговую оценку и дать характеристику несимметричности матриц свертки, которая дает возможность ранжировать экспертные варианты ее заполнения и формировать специальную функцию, соответствующую условиям использования известного механизма активной экспертизы [4, 5].

Необходимость вычисления транзитивных замыканий на деревьях комплексного оценивания возникает в тех случаях, когда ставится задача анализа влияния отдельных частных критериев на итоговую оценку системы в целом.

Предположим, что требуется оценить уровень инновационного развития некоторого предприятия (критерий X), который определяется уровнем технического развития (критерий $X1$) и уровнем социального развития (критерий $X2$). Уровень технического развития, в свою очередь, определяется индексами промышленного производства (критерий $X11$) и себестоимости (критерий $(X12)$), а уровень социального развития — индексами заработной платы (критерий $X21$) и производительности труда (критерий $X22$); значения оценок по каждому критерию могут принимать конечное число значений: 1 — «плохо»; 2 — «удовлетворительно»; 3 — «хорошо»; 4 — «отлично».

Решение задачи выбора оптимального варианта инновационного развития фирмы требует определения области допустимых значений ее характеристик, интерпретируемой как область устойчивости показателей уровня инновационного развития предприятия, имеющая границу (на рис. 2.1 выделено жирным).

Область устойчивости S_{oy} строится как подмножество элементов матрицы свертки, расположенных компактно (связно), поскольку $m_{(i+1)j} > m_{ij}$, $m_{i(j+1)} > m_{ij}$, и обладающих особым свойством относительно заданного уровня показателя $X_{\min}$:

$$(\forall m_{ij}^x \in S_{oy}) P(m_{ij}^x \geq X_{\min}). \quad (2.1)$$

Граница области устойчивости (Γ_y) $S_{\Gamma_y} \subseteq S_{oy}$ отличается строгой формой отношения (2.1) и дополнительными ограничениями на «нерасплывчатость»:

$$(\forall m_{ij}^x \in S_{oy}, i \rightarrow \min, j \rightarrow \min) P(m_{ij}^x = X_{\min}). \quad (2.2)$$

Варианты определения перспективных направлений повышения уровня инновационного развития на основе использования частных критериев становятся нагляднее с переходом от исходных матриц свертки $X(X1(X11, X12), X2(X21, X22))$

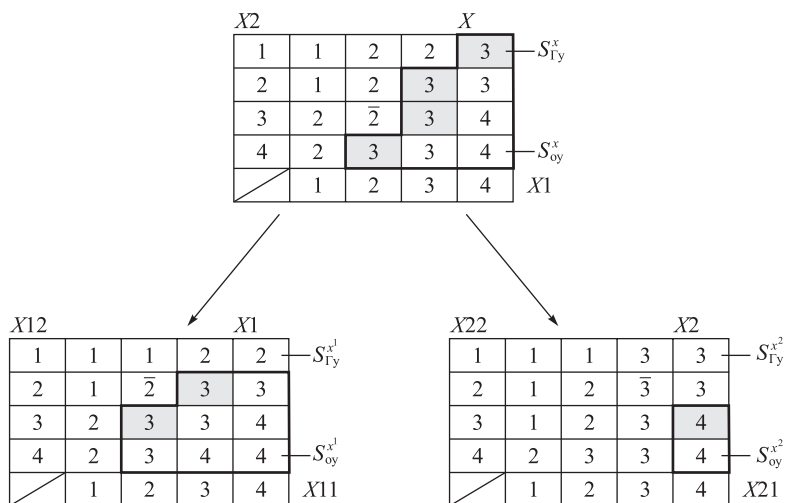


Рис. 2.1. Области решения задачи синтеза вариантов инновационного развития предприятия в обычной интерпретации

к матрицам транзитивных отношений с использованием алгебраической операции преобразования (рис. 2.2):

к матрице $X(X11, X12)$ при $X2 = i^* = \text{const}$ (рис. 2.2, а, $X2 = 3$)

$$m_i^x(X11, X12) = m_i^{X1} \left(\begin{matrix} 1234 \\ m_i^{X1} \end{matrix} \right), i^* \in \overline{1, 4}, \quad (2.3)$$

к матрице $X(X21, X22)$ при $X1 = j^* = \text{const}$ (рис. 2.2, б, $X1 = 2$)

$$m_j^x(X21, X22) = m_j^{X2} \left(\begin{matrix} 1234 \\ m_j^{X2} \end{matrix} \right), j^* \in \overline{1, 4}. \quad (2.4)$$

Если на маршруте получения итоговой оценки на дереве оценивания встретится несколько вырожденных в строку (столбец) матриц свертки, то в данных выражениях появится композиция преобразований.

Области допустимых решений, представленные на рис. 2.2, информативнее своих аналогов (см. рис. 2.1), поскольку оперируют с итоговыми оценками системы.

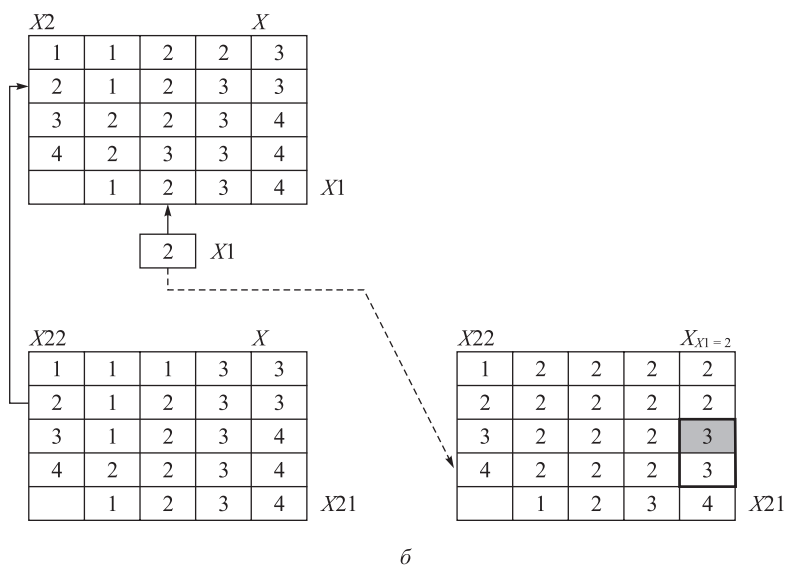
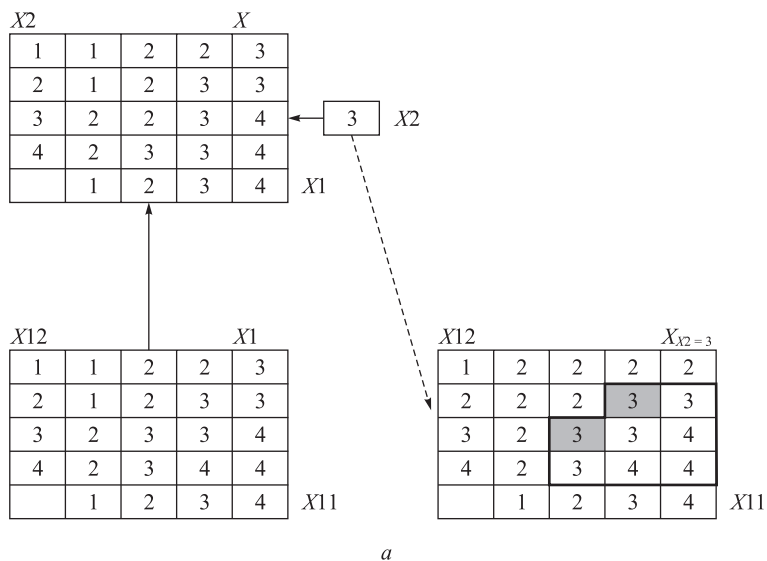


Рис. 2.2. Процедура транзитивного замыкания для уровня развития предприятия: *a* — технического; *б* — социального

Многообразие инновационных решений, отличающихся целями и задачами, требованиями и условиями реализации в динамически меняющейся среде, большим числом потенциальных исполнителей, характеризующихся особыми способностями, требует большого объема информации, необходимой ответственному лицу для выбора наиболее эффективного варианта. Поскольку вся эта информация труднодоступна, возникает необходимость получения нужной информации от специалистов-экспертов. В управлении социально-экономическими системами, в том числе региональными инновационными программами, важную роль играют механизмы экспертизы, то есть механизмы получения и обработки информации от экспертов-специалистов в конкретных областях.

В настоящее время известны десятки механизмов проведения опросов экспертов и обработки их мнений. Наиболее важным аспектом процедур экспертного оценивания является возможность искажения информации экспертами (манипуляция).

В получении необходимой информации о качестве инновационных проектов могут быть непосредственно заинтересованы сами эксперты, профессионализм которых обусловлен деятельностью в этой предметной области. Поскольку окончательное решение о выборе инновационного варианта касается их непосредственно, то, скорее всего, каждый из них будет сообщать только выгодную для него самую информацию, т. е. эксперты могут искажать информацию (манипулировать данными) в соответствии с собственными интересами (их поведение становится активным). Поэтому необходим механизм (процедура), способствующий получению от всех экспертов достоверной информации. В ряде случаев создание неманипулируемых (активных) механизмов экспертизы возможно [5, 15].

Пусть $\delta = \{\delta_i; i \in \overline{1, n}\}$ — оценки экспертов, $d \leq \delta_i \leq D$, $r = \{r_i; i \in \overline{1, n}\}$ — их истинные мнения. Обычно используется средняя оценка

$$\pi(\delta) = \frac{1}{h} \sum_{i=1}^n \delta_i, \quad (2.5)$$

допускающая манипулирование путем $\delta_i \rightarrow d$ или $\delta_i \rightarrow D$.

Для некоалиционных игр (эксперты взаимонезависимы) предлагается неманипулируемый механизм экспертизы [13]:

$$\pi(\delta, W) = \max_k \min(\delta_i, W_{i-1}), \quad (2.6)$$

где $W_k = \pi(S(k))$, $k = \overline{0, n}$ — специальная функция, которая принимает значения для случаев крайнего рассогласования мнений экспертов.

$$S(k) = \begin{cases} \text{первые } k \text{ экспертов сообщают } \delta_i = d, \\ (h - k) \text{ последующих} \text{ — } \delta_i = D. \end{cases} \quad (2.7)$$

Обработка экспертных данных (рис. 2.5), о которой эксперты заранее уведомлены, осуществляется путем обязательного их ранжирования. Из приведенного рисунка видно, что, отклоняясь от своего истинного мнения, каждый участник экспертизы удаляется от итоговой оценки, но при этом заинтересован в сообщении достоверной информации, причем итоговая оценка остается такой же, как и в исходном механизме (2.5).

Экспертная чистота заполнения матриц $\|m_{ij}\|$ свертки непосредственно влияет на объективность результатов комплексного оценивания. Качественного изменения механизма экспертизы в случае некоалиционных игр по методологии теории активных систем можно достичь в том случае, если удастся охарактеризовать матрицы свертки одним числом и построить специальную функцию $W(k)$.

Введем характеристику N квадратной матрицы свертки, оценивающую ее несимметричность:

$$N = \sum_{i=1}^{i_{\max}} \sum_{j=1}^{j_{\max}} |(m_{ij} - m_{ji})|, \quad i_{\max} = j_{\max}. \quad (2.8)$$

В этом случае симметричные матрицы

$$\forall (ij) P(m_{ij} = m_{ji}) \quad (2.9)$$

всегда будут характеризоваться числом 0 (будут ли это «либеральные» матрицы, устанавливающие значение критерия по

большему из двух сопоставляемых значений параметров, или «жесткие», не ставящие итоговую оценку выше меньшего из сопоставляемых значений, либо синергетические матрицы, учитывающие превышение суммарного эффекта над любым из участвующих компонентов).

Симметричность матриц свертки свидетельствует о полном равноправии обоих критериев. Для несимметричных относительно главной диагонали матриц свертки

$$\exists (ij)P(m_{ij} \neq m_{ji}) \quad (2.10)$$

характеристика N всегда отлична от нуля. Это означает, что составивший ее эксперт намерен выделить один из двух критериев как доминантный (преобладающий по своей значимости), либо объективно, либо в целях манипуляции. В крайних случаях (рис. 2.3, 2.4) один критерий просто игнорируется, а другой становится монополистом.

X_1					X_2
1	1	1	1	1	
2	2	2	2	2	
3	3	3	3	3	
4	4	4	4	4	
	1	2	3	4	

Рис. 2.3. Матрица свертки при монополии критерия $X_1(N = 10)$

X_1					X_2
1	1	2	3	4	
2	1	2	3	4	
3	1	2	3	4	
4	1	2	3	4	
	1	2	3	4	

Рис. 2.4. Матрица свертки при монополии критерия $X_2(N = 10)$

Для того чтобы различать крайние случаи доминирования того или иного частного критерия, несколько модернизируем характеристику N :

$$N = \frac{1}{2} \left(\sum_{\substack{i=1 \\ i < j}}^{i_{\max}} (m_{ij} - m_{ji}) - \sum_{\substack{i=1 \\ i > j}}^{i_{\max}} (m_{ij} - m_{ji}) \right). \quad (2.11)$$

Тогда в случае, изображенном на рис. 2.3, характеристика несимметричной матрицы свертки примет крайние значения ($N_{\max} = 10$), а в случае, представленном на рис. 2.4,— противо-

положительное ($N_{\min} = -10$) крайнее значение. Это дает возможность построить специальную функцию $W(k)$ для n экспертов в виде

$$W(k) = N_{\max} - \frac{K(N_{\max} - N_{\min})}{n}, \quad (2.12)$$

или для другого случая (см. рис. 2.5) $n = 5$, $N_{\max} = 10$, $N_{\min} = -10$, $W(k) = 10 - 4k$.

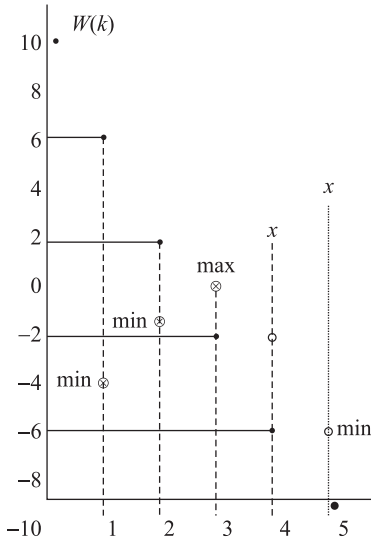


Рис. 2.5. Механизм активной экспертизы для матрицы свертки

Благодаря активной экспертизе матриц свертки и транзитивному замыканию механизм комплексного оценивания позволяет не только получить необходимую объективную оценку, но и ранжировать варианты с помощью различных критериев при принятии инвестиционных решений согласно данным математического моделирования, для которого выбор метода имеет решающее значение. Дальнейшее развитие свойства ранжирования в механизме комплексного оценивания следует связывать с нечетким механизмом свертки матриц на дереве критериев.

2.2. Разработка нечеткого механизма свертки

Различают интервальную (когда известно только множество возможных значений неопределенного параметра), вероятностную (когда помимо допустимого множества значений неопределенного параметра известно его вероятностное распределение и/или какие-либо иные статистические характеристики) и нечеткую (когда помимо допустимого множества значений неопределенного параметра имеется дополнительная нечеткая информация) неопределенность. Использование того или иного способа (метода) устранения неопределенности зависит от имеющейся информации.

Использование нечетких подмножеств имеет большое преимущество, заключающееся в полном освобождении от ложной ассоциации со словом «вероятность». Вероятности связаны со случайностью, игрой случая. Нечеткие же подмножества связаны с расплывчатостью, неопределенностью и, вообще говоря, с субъективностью. Под субъективностью мы понимаем индивидуальную точку зрения или индивидуальное ощущение. В определенном смысле субъективность дает возможность осуществлять упорядочение. Поясним это, опираясь на понятие идеальной точки. Каждая точка в пространстве состояний может быть более или менее удалена от некоторого идеального состояния. Степень этой удаленности мы выражаем как значения функции принадлежности. Говоря о множествах, мы имеем в виду элементы с некоторым общим свойством. Говоря же о нечетких множествах, мы имеем в виду элементы, частично обладающие этим свойством. Например, в пространстве состояний можно определить нечеткое подмножество возможных состояний. Называя состояние «возможным», мы просто имеем в виду, что так о нем судит конкретный индивид. Каждое суждение определяет отдельное нечеткое подмножество.

Преимущества использования понятия нечеткого подмножества — его простота и общность. Нечеткая система — не сложнее детерминированной, но подобное представление дает много больше.

Под нечетким числом $\tilde{x}$ понимается нечеткое представление не вполне определенного четкого числа $\bar{x} \in X$ (объекта представления) в форме, принятой для множеств с нечеткой неопределенностью и описывающей его множеством пар

$$\tilde{x} = \{\mu_{\bar{x}}(x), x\}, \quad (2.13)$$

где $x \in X$, $\mu_{\bar{x}}(x) \in [0, 1]$ — выпуклая функция, то есть

$$y \leq x \leq z \rightarrow \mu_{\bar{x}}(x) \geq \min(\mu_{\bar{x}}(y), \mu_{\bar{x}}(z)). \quad (2.14)$$

Отображение $\mu_{\bar{x}}: X \rightarrow [0, 1]$ называют функцией принадлежности элементов множества X объекту представления $\bar{x}$, а X — базовым множеством. Подмножество $X_{\bar{x}}$ множества X ,

содержащее только те элементы из X , для которых значения функции принадлежности строго больше нуля:

$$(\forall x \in X_{\tilde{x}})P(\mu_{\tilde{x}}(x) > 0), \quad (2.15)$$

называется носителем нечеткого числа $\tilde{x}$. В интересах прикладных задач имеет смысл ограничиться приближенным дискретным конечным представлением нечетких чисел, характеризуемым конечным упорядоченным носителем $X_{\tilde{x}} = \{x_1^{\tilde{x}}, x_2^{\tilde{x}}, \dots, x_n^{\tilde{x}}, \dots, x_N^{\tilde{x}}\}$ с отношением порядка

$$(\forall (n_1, n_2) \in \overline{1, N})P(n_2 > n_1 \rightarrow x_{n_2}^{\tilde{x}} > x_{n_1}^{\tilde{x}}). \quad (2.16)$$

Тогда отображение (2.14) с сохранением всей информации об объекте $\tilde{x}$ упростится: $\mu_{\tilde{x}}: X_{\tilde{x}} \rightarrow [0, 1]$, т. к. $|X_{\tilde{x}}| < |X|$.

Априорно объекты нечеткого представления и собственно соответствующие им нечеткие числа обладают взаимной неоднозначностью, объясняемой различными уровнями информации об объекте, возможными на этапе нечеткого представления, по завершении которого неоднозначность устраняется по образу и подобию параметрической идентификации принятых законов распределения при вероятностной неопределенности, не допускающей, чтобы один и тот же поток событий был описан различными функциями распределения.

Несущим множеством $\tilde{X}$ операций $\sigma \in \Sigma$ нечеткой арифметики $(\tilde{X}, \Sigma)$ определим множество нечетких чисел $\tilde{X}$, являющихся образами (однозначного) отображения множества объектов нечеткого представления $\tilde{x} \in X$:

$$X \rightarrow \tilde{X}: x \in X_{\tilde{x}} \rightarrow \tilde{x} = \mu_{\tilde{x}}(x). \quad (2.17)$$

Очевидно, что нахождение всех образов отображения (2.14) для нечеткой арифметики не обязательно, т. к. в отличие от алгебры арифметика всякий раз имеет дело с фиксированным набором исходных данных, которые по общему для любых наборов правилу преобразуются в искомый результат.

Традиционная (четкая) арифметика обслуживает вычисление разнообразных функций одной или двух переменных, принимающих значения среди четких элементов несущего множе-

ства X . Нечеткая арифметика оперирует переменными, определенными на нечетких элементах несущего множества $\tilde{X}$.

Парадоксальность ситуации, состоящая в описании нечеткого числа $\tilde{x}$ посредством подмножества четких чисел $X_{\tilde{x}}$ из некоторой его окрестности, частично разрешается известными операциями дефазификации $\tilde{X} \rightarrow X$ (приближения к искомому нечеткому числу) — определением четкого числа, например, методом ЦТ — нахождения центра тяжести.

Задание нечеткого числа может быть реализовано различными способами согласно виду выбираемой функции принадлежности. Основными требованиями в этом вопросе должны быть простота и понятная интерпретируемость процедуры экспертами (оценщиками), не имеющими особой математической подготовки. На взгляд автора, этим требованиям удовлетворяет следующий способ.

1. Предполагается, что нечеткое число $\tilde{x}$ после дефазификации располагается между двумя соседними четкими (целыми) числами со значением, совпадающим с обычным заданием x в виде десятичной дроби. В качестве метода дефазификации выбран известный метод центра тяжести

$$\text{ЦТ}(\tilde{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i x_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i}. \quad (2.18)$$

2. Функция принадлежности $\mu_{\tilde{x}}$ нечеткого числа $\tilde{x}$ задается лишь на двух соседних элементах, представляющих все несущее множество X (значение функции принадлежности для остальных элементов равно нулю). Таким образом, для нечеткого числа $\tilde{x}$, дефазифицируемого в интервал между двумя числами x_i и x_{i+1} , будет иметь место соотношение

$$\text{ЦТ}(\tilde{x}) = \frac{\mu_i x_i + \mu_{i+1} x_{i+1}}{\mu_i + \mu_{i+1}}. \quad (2.19)$$

3. Выставляется обязательное условие

$$\mu_i + \mu_{i+1} = 1. \quad (2.20)$$

Тогда справедливо

$$\text{ЦТ}(\tilde{x}) = \mu_i x_i + \mu_{i+1} x_{i+1} = x. \quad (2.21)$$

Поскольку

$$\mu_i = 1 - \mu_{i+1}, \quad (2.22)$$

то

$$(1 - \mu_{i+1})x_i + \mu_{i+1}x_{i+1} = x, \quad (2.23)$$

откуда

$$x - x_i = \mu_{i+1}(x_{i+1} - x_i) = \mu_{i+1}. \quad (2.24)$$

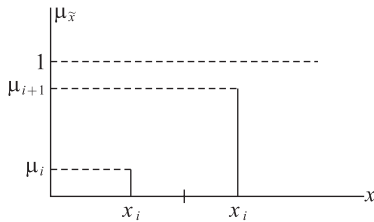


Рис. 2.6. Задание нечеткого числа по дефазифицированному образу

Это означает, что значение функции принадлежности для правого элемента x_{i+1} (рис. 2.6) есть часть дефазифицированного числа после запятой, а для левого (2.22) — дополнение его до единицы. Тогда нечетное число примет вид

$$\tilde{x} = \frac{x_i}{\mu_i} + \frac{x_{i+1}}{x_{i+1}}, \quad (2.25)$$

например, $x = 3,2$; $\tilde{x} = \frac{3}{0,8} + \frac{4}{0,2}$.

2.3. Методика обоснования вариантов заполнения матриц свертки

Самой серьезной проблемой прикладных задач комплексного оценивания является обоснование вариантов заполнения матриц свертки. Ниже приводится одно из возможных решений этой проблемы, вытекающее из результатов исследования функций свертки нечетких переменных.

Пусть функция свертки $X = f(X_1, X_2)$ дискретных переменных X_1 и X_2 задана в традиционном матричном виде

$$X = \|x_{ij}\|, \text{ где } i, j \in \overline{1, h_{\max}}, \quad (2.26)$$

где $\overline{1, h_{\max}}$ — универсальная целочисленная шкала переменных

$$X_1 = i, X_2 = j, \quad (2.27)$$

$$X = f(X_1, X_2) \in \overline{1, h_{\max}}, \quad (2.28)$$

обычно являющаяся неотъемлемым атрибутом механизмов комплексного оценивания.

Для приведения матрицы $\|x_{ij}\|$ к шкале нечетких аргументов $\tilde{X}_1, \tilde{X}_2$ предлагается на первом этапе построить ее область определения в дефазифицированной форме (по методу центра тяжести).

$$\hat{X}_1 = \text{ЦТ}(\tilde{X}_1), \hat{X}_2 = \text{ЦТ}(\tilde{X}_2), \quad (2.29)$$

а именно:

$$\hat{X}_1 \times \hat{X}_2 = [1, h_{\max}] \cdot [1, h_{\max}]. \quad (2.30)$$

Полученная область (2.30) естественным образом разбивается на $(h_{\max} - 1)^2$ подобластей. Значения функции (матрицы) свертки в произвольной подобласти (i, j) определений

$$[i, i + 1] \cdot [j, j + 1] \quad (2.31)$$

целиком определяется с точностью до константы четверкой целочисленных значений на ее границах (рис. 2.7):

$$(f(i, j), f(i, (j + 1)), f((i + 1), j), f((i + 1), (j + 1))). \quad (2.32)$$

Поскольку для неубывающей (по определению) функции свертки $f(X_1, X_2)$ множество наборов (2.32) ограничено, то имеет смысл определить вид функции свертки для каждого набора из этого множества при нечетких значениях аргумента:

$$\hat{f}(\tilde{X}_1, \tilde{X}_2) = \hat{f}(\hat{X}_1, \hat{X}_2), \hat{X}_1 \in [i, i + 1], \hat{X}_2 \in [j, j + 1]. \quad (2.33)$$

Очевидно, что данную процедуру проще выполнить для первой подобласти, начинающейся с точки $(i = 1, j = 1) = (1, 1)$,

а полученный результат перенести в необходимую подобласть (i, j) с поправкой

$$\hat{f}_{(i,j)}(\hat{X}_1, \hat{X}_2) = f(i, j) - 1 + \hat{f}_{(1,1)}(\hat{X}_1, \hat{X}_2), \quad (2.34)$$

где функция свертки $\hat{f}_{(1,1)}(\hat{X}_1, \hat{X}_2)$ есть стандартная функция, численная для первой подобласти определения.

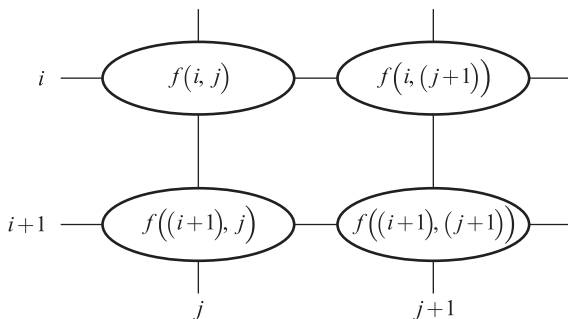


Рис. 2.7. Произвольная подобласть определения функции свертки

Перечислим множество допустимых наборов (2.32), устанавливающее возможный вид функции свертки в подобласти $(1,1)$ при условии отсутствия «резких» (более чем на единицу) скачков вправо-вниз (рис. 2.8, а–е, табл. 2.1).

а) $f_0: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 1, f(2,1) = 1, f(2,2) = 1), \quad (2.35)$

б) $f_1: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 1, f(2,1) = 1, f(2,2) = 2), \quad (2.36)$

в) $f_2: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 2, f(2,1) = 1, f(2,2) = 2), \quad (2.37)$

г) $f_3: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 1, f(2,1) = 2, f(2,2) = 2), \quad (2.38)$

д) $f_4: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 2, f(2,1) = 2, f(2,2) = 2), \quad (2.39)$

е) $f_5: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 2, f(2,1) = 2, f(2,2) = 3). \quad (2.40)$

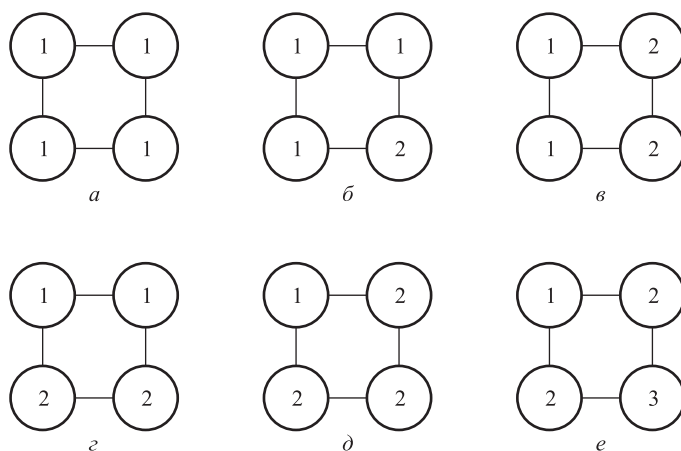


Рис. 2.8. Множество допустимых вариантов области определения функции свертки в первой подобласти

Т а б л и ц а 2 . 1

Области определения стандартных функций свертки

Варианты	$f(1,1)$	$f(1,2)$	$f(2,1)$	$f(2,2)$
а	1	1	1	1
б	1	1	1	2
в	1	2	1	2
г	1	1	2	2
д	1	2	2	2
е	1	2	2	3

Определим вид функции свертки в перечисленных подобластях определения (2.35)–(2.40). В качестве методики вычисления функции свертки нечетких переменных $\tilde{X}_1, \tilde{X}_2$ примем известный принцип обобщения на процедуру агрегирования, использованный Д. А. Новиковым в выражении

$$\mu_{\tilde{X}}(x) = \sup_{\{(x_1, x_2) / f(x_1, x_2) = x\}} \min \{ \mu_{\tilde{X}_1}(x_1), \mu_{\tilde{X}_2}(x_2) \}. \quad (2.41)$$

В общем виде методика определения вида функции свертки в заданной подобласти выглядит следующим образом.

Переменные в нечетком виде можно обозначить:

$$\tilde{X}_1 = \frac{1}{1-\mu_1} + \frac{2}{\mu_1}, \quad (2.42)$$

$$\tilde{X}_2 = \frac{1}{1-\mu_2} + \frac{2}{\mu_2}. \quad (2.43)$$

В общем случае согласно (2.41)

$$\begin{aligned} \tilde{X} = f(\tilde{X}_1, \tilde{X}_2) = & \frac{f(1,1)}{\min((1-\mu_1), (1-\mu_2))} + \\ & + \frac{f(1,2)}{\min((1-\mu_1), \mu_2)} + \frac{f(2,1)}{\min(\mu_1, (1-\mu_2))} + \\ & + \frac{f(2,2)}{\min(\mu_1, \mu_2)}. \end{aligned} \quad (2.44)$$

Для получения уравнения линии одинаковых значений функции свертки, которую назовем изопрайсой, зафиксируем ее произвольное значение:

$$\hat{X} = \hat{X}_c. \quad (2.45)$$

В качестве иллюстрации приведём уравнение изопрайсы для конкретного выражения типа (2.44) из прил. 1 (см. первую часть формулы (65)):

$$\begin{aligned} \frac{1-\mu_1+2\mu_2}{1-\mu_1+\mu_2} &= \hat{X}_c, \quad 1 \leq \hat{X}_c \leq \frac{3}{2}, \\ 1-\mu_1+2\mu_2 &= (1-\mu_1)\hat{X}_c + \mu_2\hat{X}_c, \\ (1-\mu_1)(1-\hat{X}_c) + \mu_2(2-\hat{X}_c) &= 0. \end{aligned} \quad (2.46)$$

Откуда

$$\begin{aligned} \mu_2 &= \frac{(1-\mu_1)(\hat{X}_c-1)}{2-\hat{X}_c}, \quad 1 \leq \hat{X}_c \leq \frac{3}{2}, \\ 0 \leq \mu_1 \leq 0,5, \quad 0 \leq \mu_2 \leq 0,5. \end{aligned} \quad (2.47)$$

$$\mu_2 = \frac{(\hat{X}_c - 1)}{2 - \hat{X}_c} - \mu_1 \frac{(\hat{X}_c - 1)}{2 - \hat{X}_c}. \quad (2.48)$$

Вторая часть выражения (65) в прил. 1 приводит к уравнению изопрайс в следующем виде:

$$\mu_1 + 2\mu_2 = \hat{X}_c (\mu_1 + \mu_2), \quad (2.49)$$

откуда получаем выражение

$$\mu_2 = \mu_1 \frac{\hat{X}_c - 1}{2 - \hat{X}_c}. \quad (2.50)$$

Методика и результаты исследования стандартных функций свертки f_0 – f_5 нечетких переменных подробно рассмотрены в прил. 1.

Раздел 3

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ

3.1. Научно-методический аппарат конструирования матриц свёртки деревьев комплексного оценивания

Построенным стандартным функциям свертки f_0 – f_5 можно дать содержательную интерпретацию:

f_0 — рост любого из двух частных критериев не вызывает увеличение комплексной оценки;

f_1 — равномерный рост частных критериев обеспечивает *умеренный* рост комплексной оценки с эффектом «ожидания» более развитым критерием менее развитого;

f_4 — аналогичен f_1 , но отличается *быстрым* ростом вместо умеренного;

f_5 — аналогичен f_4 , отличаясь *стремительным* ростом комплексной оценки;

f_2 — монополия второго (правого) частного критерия;

f_3 — монополия первого (левого) частного критерия.

Совокупность стандартных функций f_0 – f_5 представляет собой функциональную систему, которая для каждой «правильной» матрицы свертки образует композицию. Данная функциональная система как инструмент построения основных объектов механизмов комплексного оценивания нуждается в уточнении ряда понятий, определений и формализмов.

Матрицы свертки будем считать «правильными» (каноническими), если они обладают следующими свойствами:

1) множество значений канонической матрицы свертки $\|x_{ij}\|$ покрывает всю область значений $1, h_{\max}$ (отображение сюръективно);

2) в силу общих для свойств всех матриц свертки для канонических матриц однозначно определены первый ($x_{11} = 1$) и последний ($x_{h_{\max}h_{\max}} = h_{\max}$) элементы. Для случая $h_{\max} = 4$ имеет место отношение $x_{44} = 4$;

3) разность между значениями двух соседних в строке или столбце элементов не превышает единицы:

$$0 \leq x_{i(j+1)} - x_{ij} \leq 1, \quad 0 \leq x_{(i+1)j} - x_{ij} \leq 1, \quad (3.1)$$

а по диагонали — двух единиц:

$$0 \leq x_{(i+1)(j+1)} - x_{ij} \leq 2. \quad (3.2)$$

Для того чтобы ослабить требования к математической подготовке экспертов, привлекаемых для профессионально ориентированной разработки матриц свертки, предлагается процедуру их синтеза перенести в область содержательной интерпретации наполнения упомянутых матриц. Это можно реализовать в форме составления некоторой таблицы размера $(h_{\max} - 1) \times (h_{\max} - 1)$. Строки этой таблицы (рис. 3.1) образуют последовательность из $h_{\max} - 1$ качественных состояний одного частного критерия, а столбцы — второго из сворачиваемых критериев. При $h_{\max} = 4$ это могут быть характеристики: малые значения (м), средние (с) и большие (б).

X_1	m_1	$f_0 - f_5$	$f_0 - f_5$	$f_0 - f_5$
	c_1	$f_0 - f_5$	$f_0 - f_5$	$f_0 - f_5$
	b_1	$f_0 - f_5$	$f_0 - f_5$	$f_0 - f_5$
	m_2	c_2	c_2	
	X_2			

Рис. 3.1. Таблица синтеза механизма свертки экспертом без специальной математической подготовки

Для каждого элемента таблицы (см. рис. 3.1) контекстно у эксперта может формироваться определенное мнение относительно предпочтительного варианта свертки: $f_0 - f_5$. Возможные интерпретации принятия решения следующие:

- m_1, m_2 — игнорирование (пренебрежение, незаинтересованность в этих значениях) частных критериев (f_0), поощрение одного из них (f_2, f_3) или обоих в различной степени (f_1, f_4, f_5);
- c_1, c_2, b_1, b_2 — те же соображения, касающиеся средних и больших значений обоих параметров соответственно;
- $X_1 > X_2 (X_2 > X_1)$ — недопущение чрезмерного развития одного критерия по отношению к другому (f_0), выравнивание уровня развития критериев ($f_2(f_3)$) или углубление различий ($f_3(f_2)$), поощрение в различной степени неравномерного их развития (f_1, f_4, f_5).

Из приведенных рассуждений видно, что у эксперта имеются широкий спектр управления свойствами процедуры свертки. Однако в силу введенных признаков каноничности матриц свертки не все теоретически возможные пожелания экспертов реализуемы в рамках этих ограничений.

Можно предложить достаточно легко алгоритмизируемую семантическую процедуру для поддержки принятия экспертных решений данного класса.

1. Экспертом заполняется семантическая таблица (см. рис. 3.1), то есть $\|f_{ij}\|, f_{ij} \in \overline{f_0, f_5}$.

2. Элементы таблицы $f_{ij}, i, j \in \overline{0, h_{\max} - 1}$ ранжируются по важности их роли в данном фрагменте комплексного оценивания.

3. Производится упорядоченное ранжированной очередью заполнение таблицы (см. рис. 3.1) до тех пор, пока это реализуемо.

Очевидно, что замыкающая часть очереди при этом может быть заменена иными вынужденными решениями, с которыми эксперт может смириться либо повторить процедуру с начала.

Пример синтеза матрицы свертки в соответствии с данной процедурой проиллюстрирован на рис. 3.2.

Здесь желаемая таблица (I) предполагает ранжирование своих элементов:

$$\begin{aligned} f_{11} = f_0, f_{22} = f_5, f_{33} = f_2, f_{21} = f_3, \\ f_{12} = f_1, f_{32} = f_4, f_{23} = f_4, f_{31} = f_0, f_{13} = f_4. \end{aligned}$$

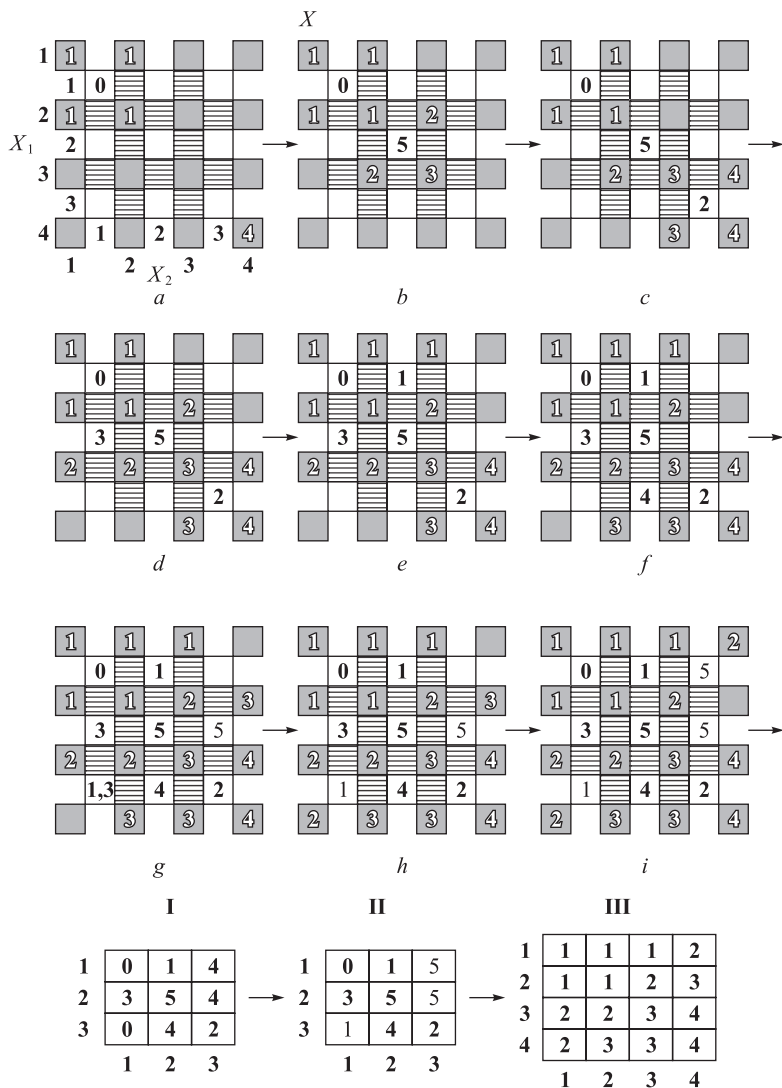


Рис. 3.2. Синтез матрицы свертки по принципу ранжирования локальных вариантов

Этапы вывода понятны из последовательности совмещенных матриц $a-i$ заполнения таблицы (II) с учетом реальных обстоятельств, начиная с элемента $f_{23} = f_4$, который приходится заменять на $f_{23} = f_4$ (выделено жирным шрифтом) и т. д.

Таблица III на рис. 3.2 представляет собой матрицу свертки как результат вывода, несколько отличающийся от желаемого, но по второстепенным для эксперта признакам. Модификация данной процедуры (рис. 3.3) предполагает оперативное принятие локальных решений на каждом шаге вывода. При этом еще не заполненные элементы таблицы отображают допустимые варианты заполнения.

Алгоритмическая поддержка описанных процедур синтеза матриц свертки нуждается в решении задачи идентификации допустимых вариантов свертки каждой подобласти определения на произвольном шаге вывода. Это можно осуществить, используя следующую модель.

Придадим ориентированность произвольной подобласти определения матрицы свертки, полагая ее свойство неубываемости направленным вправо и вниз (рис. 3.4), а области значений — четверкой, упорядоченной по направлению часовой стрелки:

$$\begin{aligned} & (x_1, x_2, x_3, x_4) = \\ & = (X(ij), X(i(j+1)), X((i+1)(j+1)), X((i+1)j)). \end{aligned} \quad (3.3)$$

Тогда стандартные функции подобластей свертки опишутся четверками вида $(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3, \bar{x}_4)$:

$$\begin{aligned} f_0 &= (1,1,1,1), \quad f_1 = (1,1,2,1), \quad f_2 = (1,2,2,1), \\ f_3 &= (1,1,2,2), \quad f_4 = (1,2,2,2), \quad f_5 = (1,2,3,3), \end{aligned} \quad (3.4)$$

отличаясь от контекстных подобластей свертки некоторой постоянной составляющей x_0 :

$$(x_1, x_2, x_3, x_4) = (x_0 + \bar{x}_1, x_0 + \bar{x}_2, x_0 + \bar{x}_3, x_0 + \bar{x}_4). \quad (3.5)$$

Процедура идентификации допустимых стандартных функций для частично заданной подобласти сводится к ее сопоставлению с каждой из стандартных функций f_0-f_5 по критерию реа-

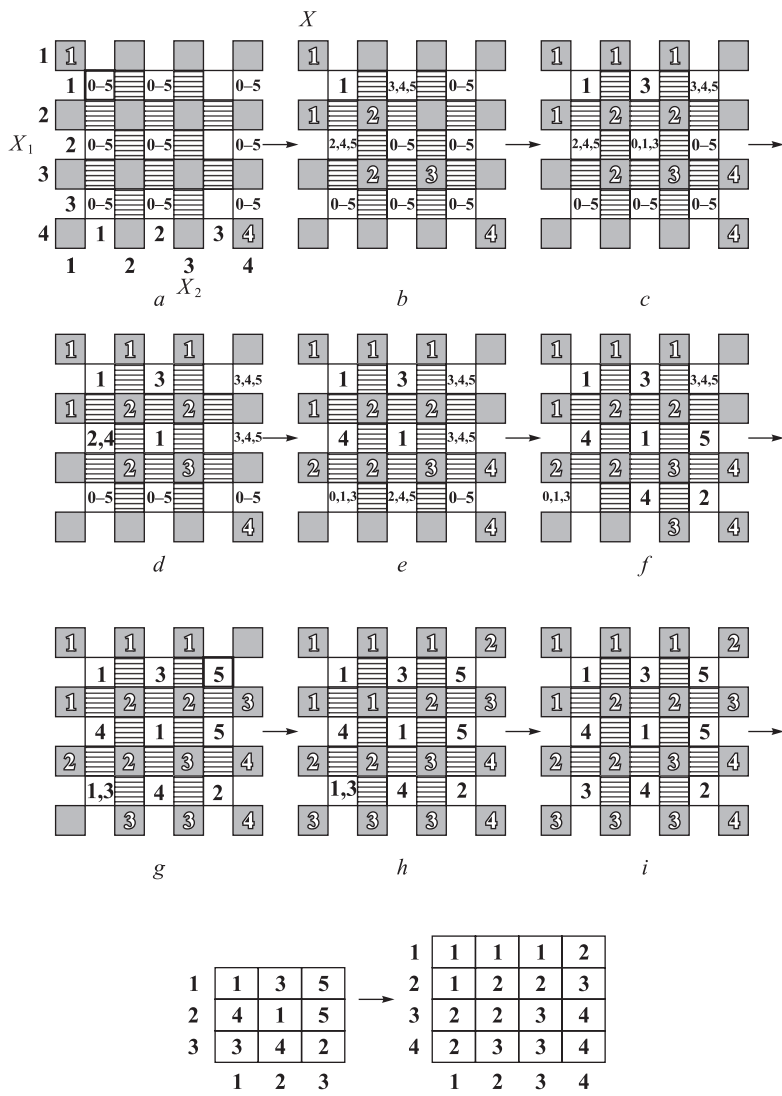


Рис. 3.3. Синтез матрицы свёртки методом оперативного принятия локальных решений

лизуемости: определенные (известные) элементы четверки анализируемой подобласти должны отличаться от тех же элементов стандартной функции на одну и ту же величину x_0 :

$$x_k - \bar{x}_k = x_0 = \text{const.} \quad (3.6)$$

В случае реализуемости неизвестные элементы вычисляются по отношению (3.5).

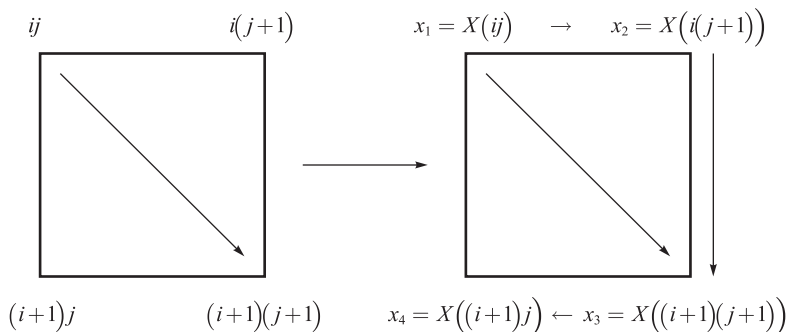


Рис. 3.4. Ориентация подобласти определения и значений матрицы свертки

Полученные результаты открывают возможности построения эффективных программ поддержки принятия экспертных решений специалистов без специальной математической подготовки либо на основе ее минимального уровня, что составляет содержание третьей (заключительной) части диссертационной работы.

3.2. Процедуры построения механизмов комплексного оценивания

Процедура комплексного оценивания может быть использована для решения двух типов задач, которые не исключают определенного взаимопроникновения:

- обоснование перспективных, в некотором роде оптимальных направлений развития объекта оценивания;
- ранжирование, сопоставление нескольких однородных объектов (однородность позволяет использовать для этих целей один и тот же механизм комплексного оценивания).

Для каждого типа задач необходимо разработать свою методику конструирования матриц свертки сообразно принятым стратегиям оценивания.

Рассмотрим особенности конструирования механизмов комплексного оценивания как инструмента решения задач *первого класса*. Здесь речь идет об управлении «траекториями» развития объекта в пространстве частных критериев.

Пронумеруем подобласти таблицы (см. рис. 3.1) частично упорядоченной последовательностью номеров I–IX (рис. 3.5), позволяющей перечислить множество допустимых траекторий по критерию неубывания частных критериев (3.7).

$$\begin{array}{|c|c|} \hline I < ((III, IV) < II), & III < (VI, II) < VIII, \\ \hline IV < ((II, VII) < IX), & II < (VIII, IX) < V \\ \hline \end{array} \quad (3.7)$$

m_1	I	IV	VII
c_1	III	II	IX
b_1	VI	VIII	V
	m_2	c_2	b_2

Рис. 3.5. Частично упорядоченная нумерация подобластей определения по критерию неубывания частных критериев

Тогда механизм допустимых траекторий развития объекта можно представить частично упорядоченным кортежем, что интерпретируется направленным графом (рис. 3.6), все пути в котором есть искомые траектории развития объекта по подобластям определения.

Отсюда следует девять допустимых траекторий развития объекта ℓ_1 – ℓ_9 , которые группируются по следующим признакам.

Траектория равномерного развития частных критериев:

$$\ell_1 = I(X_1, X_2) \circ II(X_1, X_2) \circ V(X_1, X_2). \quad (3.8)$$

Траектории с первоначальным приоритетом одного критерия:

$$\ell_2 = I(X_1) \circ III(X_1) \circ VI(X_2) \circ VIII(X_2) \circ V, \quad (3.9)$$

$$\ell_3 = I(X_2) \circ IV(X_2) \circ VII(X_1) \circ IX(X_1) \circ V, \quad (3.10)$$

$$\ell_4 = I(X_1) \circ III(X_1, X_2) \circ VIII(X_2) \circ V, \quad (3.11)$$

$$\ell_5 = I(X_2) \circ IV(X_1, X_2) \circ IX(X_1) \circ V, \quad (3.12)$$

$$\ell_6 = I(X_1) \circ III(X_2) \circ II(X_1, X_2) \circ V, \quad (3.13)$$

$$\ell_7 = I(X_2) \circ IV(X_1) \circ II(X_1, X_2) \circ V. \quad (3.14)$$

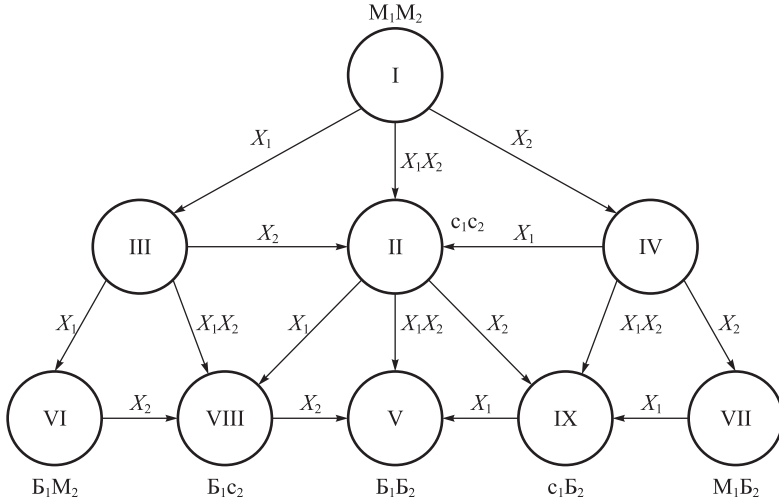


Рис. 3.6. Граф вывода допустимых траекторий развития объекта как путей из вершины I к вершине V

Траектории с последовательным чередованием приоритетов —

$$\ell_8 = I(X_1) \circ III(X_2) \circ II(X_1) \circ VIII(X_2) \circ V, \quad (3.15)$$

$$\ell_9 = I(X_2) \circ IV(X_1) \circ II(X_2) \circ IX(X_1) \circ V. \quad (3.16)$$

Исследуем вопросы синтеза траектории развития ℓ_1 .

Наиболее «спокойный», классический вариант развития по этой траектории представлен на рис. 3.7. Проекция его изопрайса и изометрия представлены на рис. 3.8.

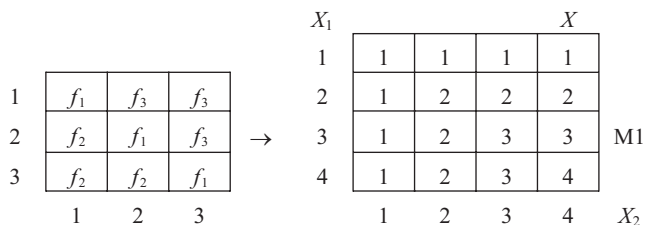


Рис. 3.7. Классический вариант развития комплексного критерия по траектории ℓ_1 матрицей свертки M1

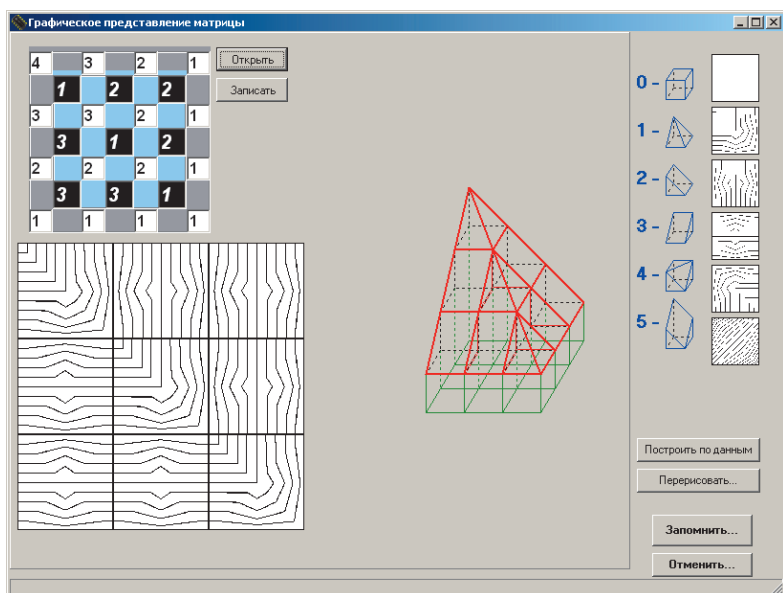


Рис. 3.8. Проекция изопрайс варианта M1 развития (см. рис. 3.7) по траектории ℓ_1

Из рис. 3.8 следует, что синтезированная матрица свертки направляет (стимулирует) равномерное развитие обоих частных критериев, поскольку преимущественное развитие одного из них не стимулируется ростом комплексной оценки. Равномерность развития частных критериев поддерживается функциями умеренного роста комплексной оценки (f_1).

Большую динамику процессов развития можно обеспечить, используя функции ускоренного роста комплексной оценки

(f_4, f_5) , стимулируя при этом области средних (рис. 3.9, 3.10) или больших (рис. 3.11, 3.12) значений частных критериев, но игнорируя развитие в области малых значений.

			X_1		X	
			1	1	1	1
1	f_0	f_1	f_3	2	1	1
2	f_1	f_4	f_1	3	2	2
3	f_2	f_1	f_5	4	2	3
	1	2	3		1	2
					3	4
					4	X_2

Рис. 3.9. Вариант развития комплексного критерия по траектории ℓ_1 при ускоренном стимулировании больших значений частных критериев и игнорирование малых матрицей M2

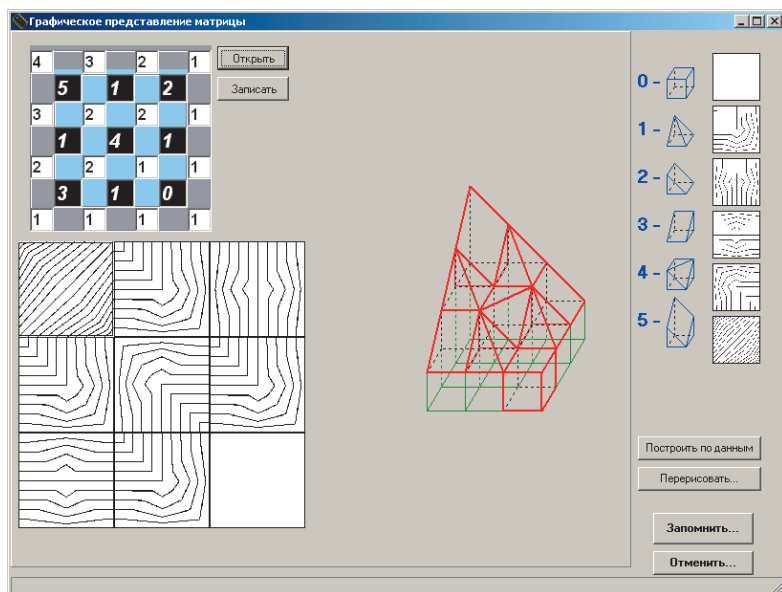


Рис. 3.10. Проекция изопрайс варианта M2 развития (см. рис. 3.9) по траектории ℓ_1

При исследовании вопросов построения траектории развития (ℓ_2, ℓ_3) устанавливаются варианты (рис. 3.13–3.16).

				X_1		X				
				1	1	1	1	1		
				2	1	1	2	2		
				3	1	2	3	3		
				4	1	2	3	4		
					1	2	3	4	X_2	

1	0	1	3
2	1	5	3
3	2	2	1
	1	2	3

→

1	0	1	3
2	1	5	3
3	2	2	1
4	1	2	3
	1	2	3

M3

Рис. 3.11. Вариант развития комплексного критерия по траектории ℓ_1 при ускоренном стимулировании средних значений частных критериев и игнорирование малых матриц M3

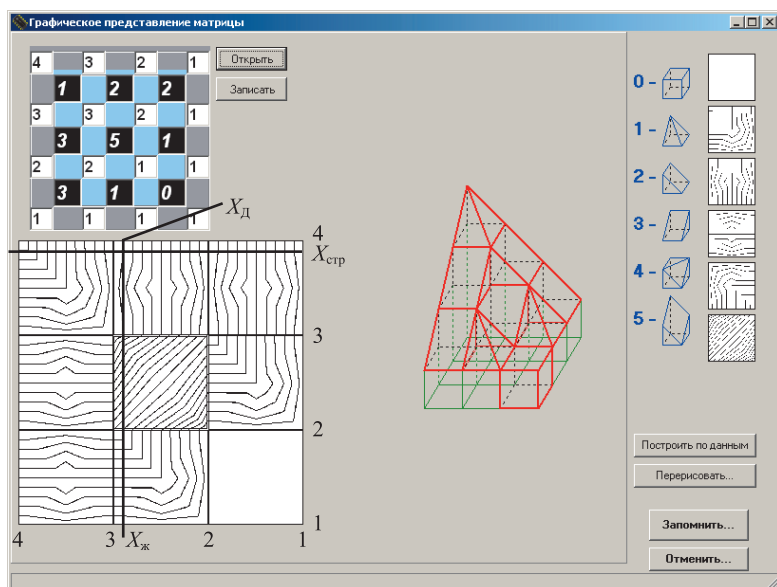


Рис. 3.12. Проекция изопроцессов варианта M3 развития (см. рис. 3.11) по траектории ℓ_1

Таким образом, задачей следующего шага исследования является разработка методики синтеза матриц свертки механизма комплексного оценивания в соответствии с установленной стратегией управления регионом. Механизмы комплексного оценивания как инструмент решения задач сопоставления однород-

ных объектов строятся на основе целенаправленного размещения изопрайс как совокупности точек одинакового значения свертки. Топология свертки при этом может быть как симметричная, так и асимметричная.

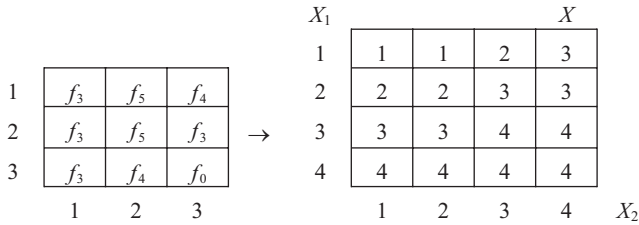


Рис. 3.13. Вариант развития комплексного критерия по траектории ℓ_2 при приоритете частного критерия X_1

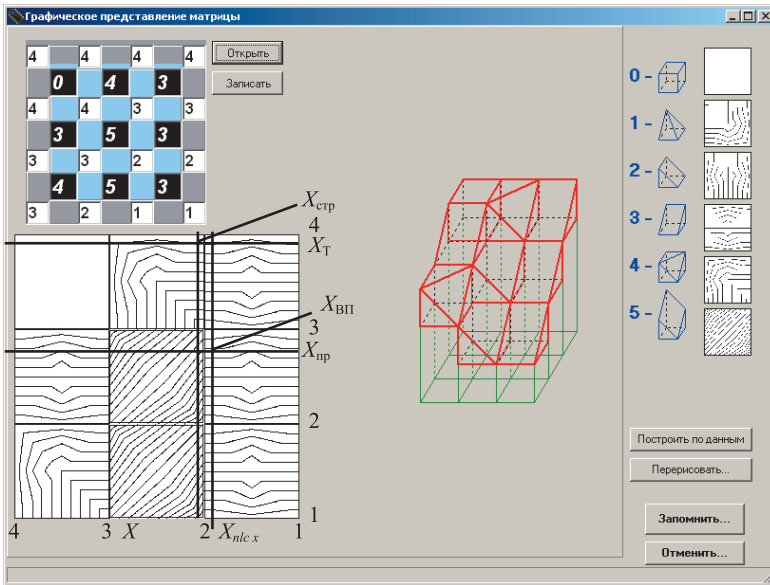


Рис. 3.14. Проекция изопрайс варианта М4 развития (см. рис. 3.13) по траектории ℓ_2

					X_1		X			
					1	1	2	3	4	
1	f_2	f_2	f_2		2	1	2	3	4	
2	f_5	f_5	f_4	$\rightarrow$	3	2	3	4	4	
3	f_4	f_2	f_0		4	3	3	4	4	
	1	2	3			1	2	3	4	X_2

Рис. 3.15. Вариант развития комплексного критерия по траектории ℓ_3 при приоритете частного критерия X_2

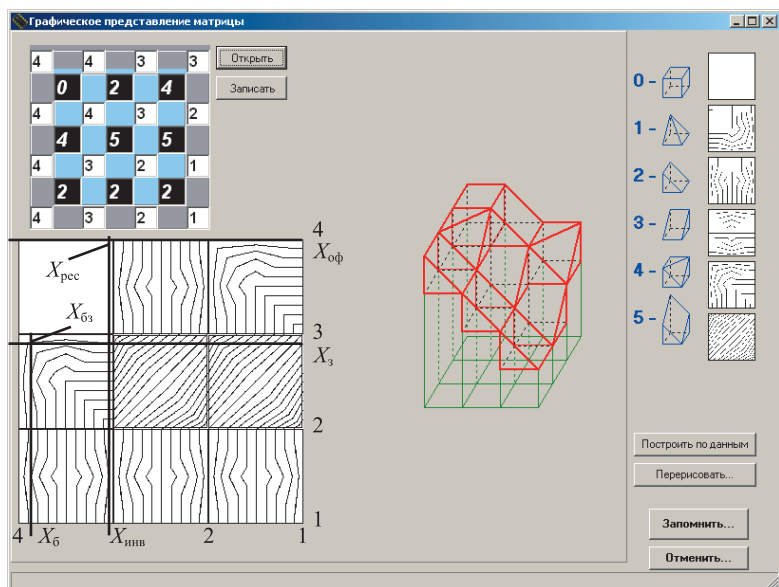


Рис. 3.16. Проекция изопрайс варианта М5 развития (см. рис. 3.15) по траектории ℓ_3

Примеры сверток симметричной топологии

Свертка с приоритетом (поощрением) равномерно развитых частных критериев представлена на рис. 3.7, 3.8:

$$X = X_1 \& X_2. \quad (3.17)$$

Свертка с приоритетом развития любого критерия, получившего по каким-либо причинам среди частных критериев преимущество, представлена на рис. 3.17, 3.18:

$$X = X_1 \vee X_2. \quad (3.18)$$

Свертка с приоритетом значительной и равномерной развитости критериев представлена на рис. 3.19, 3.20, ей соответствует выражение

$$X = (c_1 \| b_1) \& (c_2 \| b_2). \quad (3.19)$$

Свертка с поощрением слабо и значительно развитых критериев представлена на рис. 3.21, 3.22, ей соответствует выражение

$$X = (m_1 \| b_1) \& (m_2 \| b_2). \quad (3.20)$$

Примеры сверток асимметричной топологии

Свертка с приоритетом развитости одного конкретизированного критерия. Инструмент поддержки критерия X_1 представлен на рис. 3.23, 3.24 и имеет смысл

$$X = X_1 \& (c_2 \| b_2), \quad (3.21)$$

а поддержки критерия X_2 — на рис. 3.25, 3.26 с логической интерпретацией

$$X = \& (c_1 \| b_1) \& X_2. \quad (3.22)$$

Банк данных, начало которому положено иллюстрацией возможностей разработанной методики конструирования матриц свертки в деревьях комплексного оценивания обоих назначений: выбора стратегии развития и конкурсного отбора — может быть существенно расширен практикой применения данного подхода. Однако накопленный уже небольшой опыт позволяет сделать некоторые обобщения, формулируемые в качестве рекомендаций по использованию данной методики.

При конструировании матриц свертки для дерева стратегий развития следует придерживаться следующих правил:

- на первом этапе должны быть сформулированы условия стимулирования развития для всех возможных ситуаций, охватывающих каждую подобласть определения матрицы свертки, т. е. учтены все возможные траектории (см. рис. 3.6) в широком диапазоне начальных позиций предполагаемого развития;

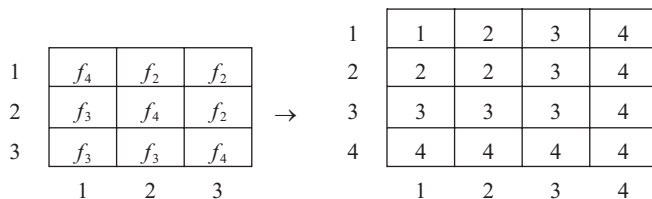


Рис. 3.17. Вариант свертки с приоритетом одного любого из частных критериев, получившего преимущество матрицей М6

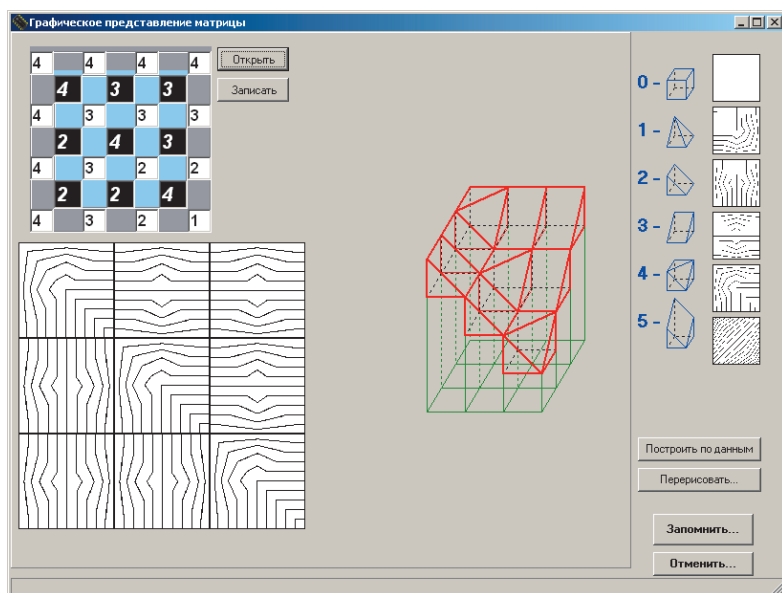


Рис. 3.18. Проекция изопрайс варианта М6 свертки на рис. 3.17

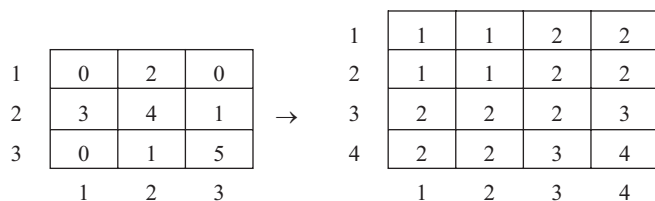


Рис. 3.19. Вариант свертки с приоритетом равномерной развитости средних и больших значений критериев М7

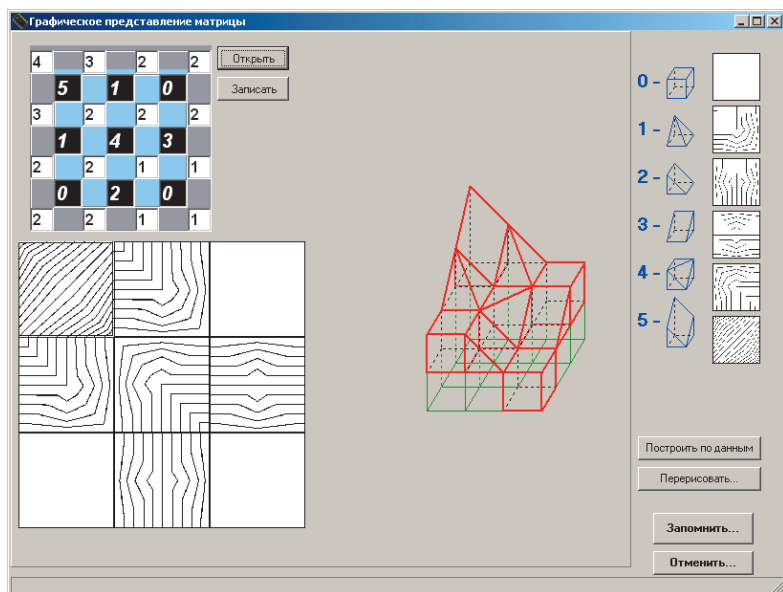


Рис. 3.20. Проекция изопрайс варианта М7 свертки на рис. 3.19

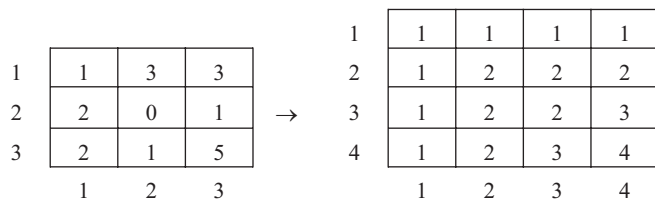


Рис. 3.21. Вариант свертки с приоритетом низких (начальных) и высоких значений критериев М8

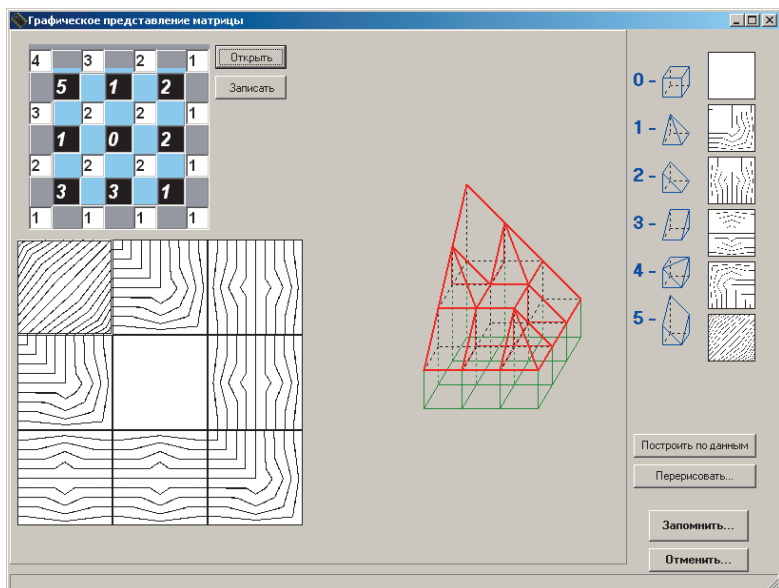


Рис. 3.22. Проекция изопрайс варианта М8 свертки на рис. 3.21

1	3	3	3		1	1	1	1
2	1	3	3		2	2	2	2
3	2	1	3		2	3	3	3
	1	2	3	→	2	3	4	4
					1	2	3	4

Рис. 3.23. Вариант свертки М9 с приоритетом критерия X_1

- синтез матрицы свертки следует начинать с реализации наиболее важных концепций развития, поскольку с каждым шагом конструирования возможности варьирования сужаются вплоть до утраты способности выбора;
- очередность процедур синтеза матриц свертки должна строиться иерархически, начиная с корня дерева комплексного оценивания, последовательно переходя от стратегических целей к целям тактическим и оперативным. Тогда появляются определенные обоснования в формулировке политических (экономических, социальных) целей управления.

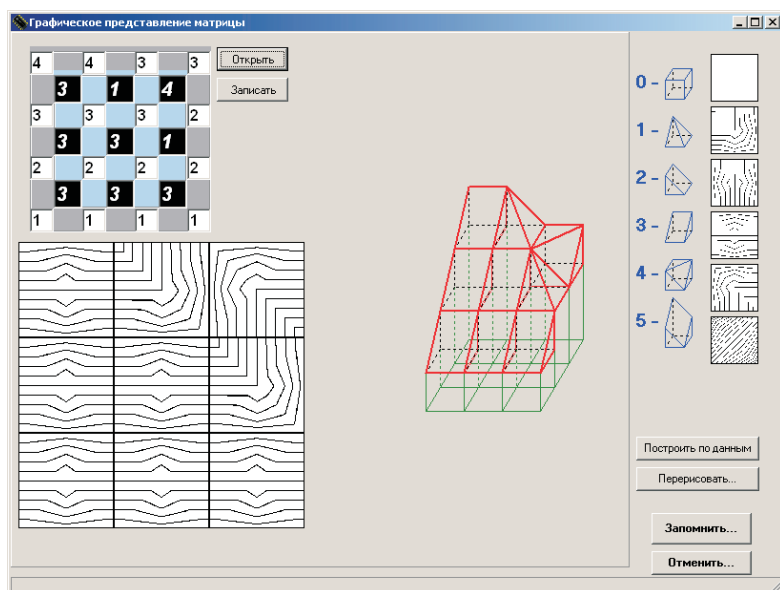


Рис. 3.24. Проекция изопрайс варианта M9 свертки на рис. 3.23

Данное правило будет способствовать получению информации прикладного значения на этапе анализа уровня развития региона и выбора (обоснования) направлений изменения ситуации и принятия по этим вопросам конкретных решений.

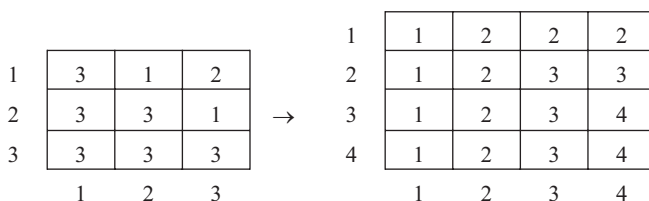


Рис. 3.25. Вариант свертки M10 с приоритетом X_2

При конструировании матриц свертки для дерева конкурсного механизма правила методики имеют отличия:

- на первом этапе необходимо сформулировать условия равнозначности объектов конкурсного сопоставления,

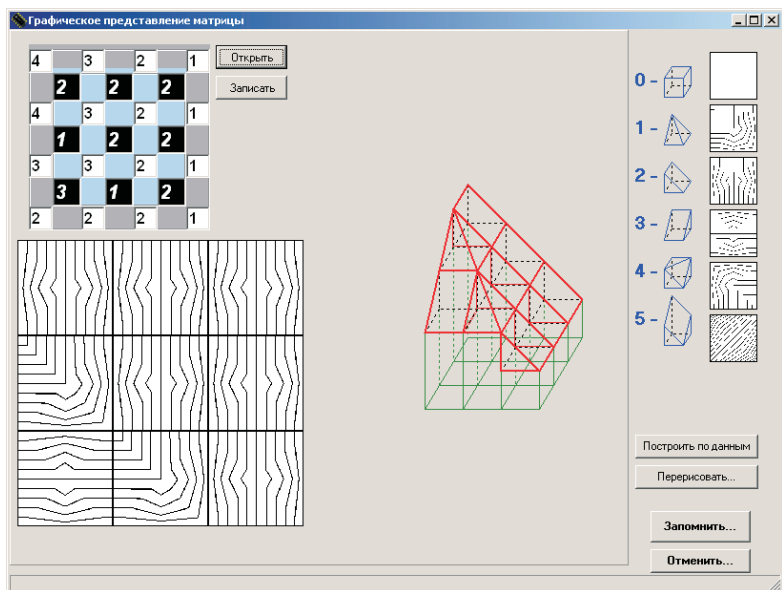


Рис. 3.26. Проекция изопрайс варианта M10 свертки на рис. 3.25

т. е. семейство изопрайс на всей области определения матрицы свертки. Тогда конструирование матрицы свертки сводится к подбору наиболее адекватных подобластям определения стандартных функций свертки f_0-f_5 ;

- как и в первом случае, синтез следует начинать с реализации наиболее принципиальных участков топологии ввиду уменьшения выбора на каждом результативном шаге конструирования;
- очередность процедур синтеза матриц свертки конкурсного дерева оценивания предлагается обратной, нежели в первом случае, т. е. от вершин дерева — к его корню. Эта рекомендация обосновывается необходимостью максимально сохранить корректность в вопросах формулирования правил сопоставления конкурсных объектов в условиях нарастания абстрактности сворачиваемых критериев по пути к корню.

Раздел 4

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ТЕХНОЛОГИЙ СОВРЕМЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

4.1. Программный комплекс «Декон» (дерево комплексного оценивания)

Программный комплекс «Декон» предназначен для исследования, разработки и практического применения механизмов комплексного оценивания сложных объектов.

Программа функционирует в среде Windows 98, 2000, XP, имеет графический интерфейс и позволяет выполнять следующие функции:

- разработка структуры дерева критериев (оценивания);
- выбор матриц свертки для узлов дерева оценивания;
- комплексное оценивание объекта при четких значениях частных критериев;
- комплексное оценивание объекта при нечетких значениях частных критериев;
- транзитивное замыкание для произвольной пары частных критериев.

Рабочая среда программы разделена на следующие шесть функциональных зон (рис. 4.1): меню, дерево комплексного оценивания, таблица критериев, панель инструментов, строка состояния, описание.

Для оцениваемого объекта устанавливается несколько критериев оценки, например «Этаж», «Место», «Планировка» и «Износ» (рис. 4.2).

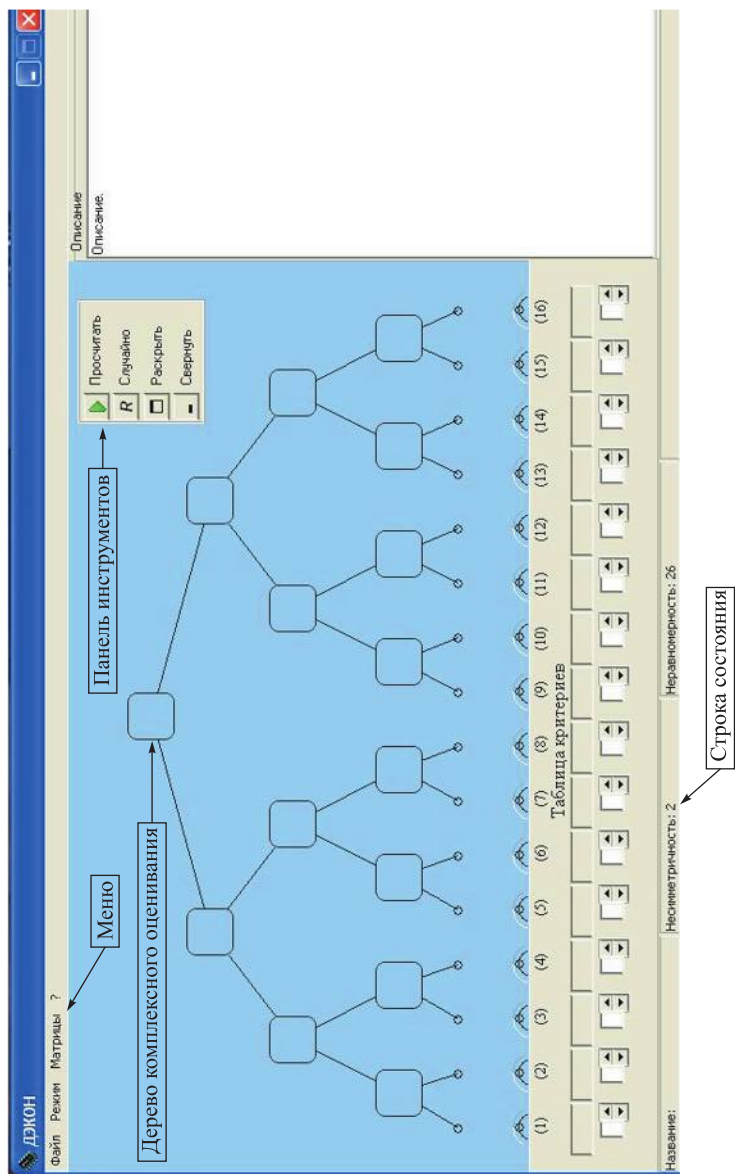


Рис. 4.1. Функциональные зоны программного комплекса «Декон»

Для более подробных комментариев или описания этих критериев можно использовать поле «Описание».

Формирование дерева из данных критериев осуществляется наведением курсора мыши на метку, расположенную над номером критерия, и удержанием левой кнопки мыши до установления связи критерия с матрицей свертки.

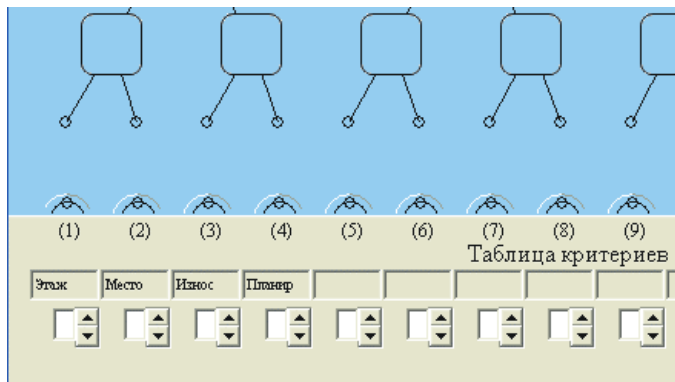


Рис. 4.2. Ввод данных в таблицу критериев

При выборе матриц свертки определяется доля влияния входных критериев на ее общую оценку и заполняется одним из предоставленных вариантов.

Подобным образом определяем матрицы для всех узлов дерева и заполняем его выбранными матрицами. Для этого

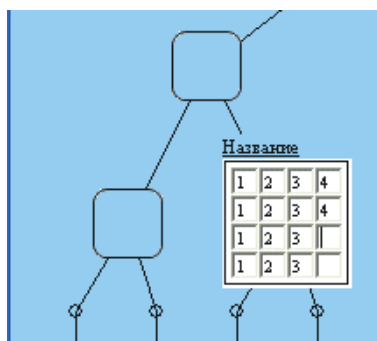


Рис. 4.3. Заполнение ячеек матриц

нужно нажать на иконку матрицы в дереве критериев и заполнить ячейки матрицы (рис. 4.3, 4.4).

Программа позволяет работать как с четкими оценками («обычный режим»), так и с нечеткими («режим фазификации»). В режиме нечеткого оценивания предлагается давать нечеткие оценки по методу центра тяжести

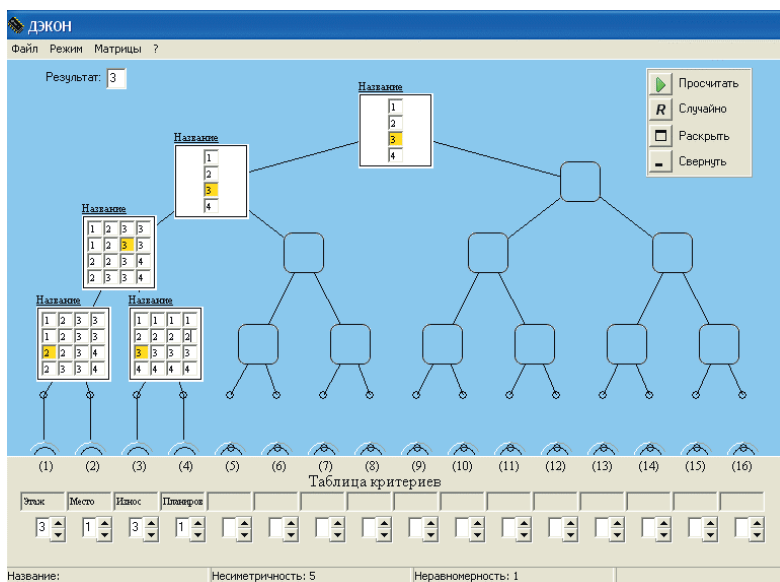


Рис. 4.4. Вывод результата

(рис. 4.5). Расчет производится так же, как при четком оценивании.

Для анализа влияния критериев на итоговую оценку объекта существует процедура транзитивного замыкания, выявляющая влияние пары критериев на итоговую оценку (рис. 4.6).

4.2. Программный комплекс «Дэкон-изопрайс»

Программный комплекс «Дэкон-изопрайс» предназначен для анализа и синтеза (конструирования) матриц свёртки в деревьях комплексного оценивания. Он совместим с программным комплексом «Дэкон» и предполагает совместное с ним функционирование, за исключением следующих случаев:

- не поддерживает транзитивное замыкание, не имеющее нечеткого расширения;
- нечеткие переходы между матрицами в данной интерпретации нечёткой свёртки сопровождаются процедурой

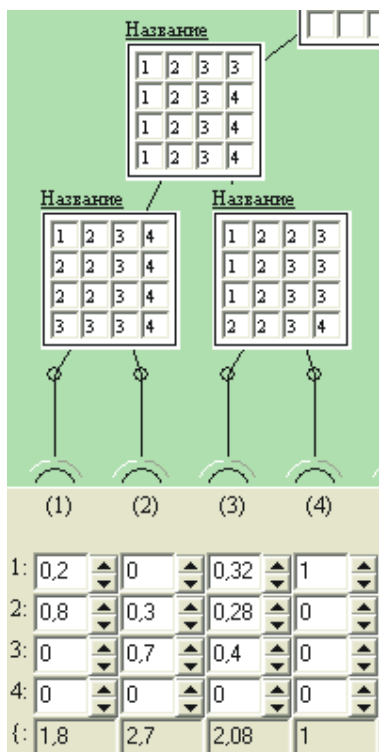


Рис. 4.5. Режим фазификации

приведения аргументов к стандартному виду (сумма значений функции принадлежности равна единице).

Система предоставляет услуги двух типов:

- 1) изображение (анализ) топологии произвольно указанной в дереве комплексного оценивания «Декон» матрицы свёртки;
- 2) пошаговое конструирование (синтез) топологии матрицы с целью адекватного замыслу свёртки её наполнения.

Задача анализа решается простым наведением курсора на подлежащую топологическому исследованию матрицу сформированного в «Декон» дерева комплексного оценивания и нажатием левой клавиши мыши. Действие сопровождается автоматическим переходом в основное меню комплекса «Декон-изопрайс». В случае необходимости замены данной матрицы на матрицу другого содержания рекомендуется перейти к задаче синтеза.

Целенаправленный синтез матрицы свертки выполняется последовательным заполнением ее шестнадцатизначной формы (4 × 4) цифрами из набора $\overline{1,4}$. Последовательность набора начинается с формирования начального (нижнего правого) поля девятиэлементной формы (3 × 3). Выбор варианта производится курсором из меню функций 0–5 свертки, сформированного в правой части экрана по вертикали, где рядом с номером функции изображена ее топология и трехмерное изображение (рис. 4.7). Цифры матрицы (4 × 4) устанавливаются автоматически. Возможна также реализация выбора непосредственным заполнением участка

матрицы (4×4) цифрами по принципу неубывания влево и вверх, а также изометрической формы. Цифры матрицы (3×3) устанавливаются автоматически благодаря взаимной однозначности матрицы (3×3) и (4×4) . При этом возможности выбора постепенно сокращаются на нём, это поддерживается невозможностью активных действий оператора по отношению к отдельным, а потом — ко всем вариантам заполнения.

Внешним признаком правильности построения матрицы свёртки служит непрерывность каждой изопрайсы от одного края поля набора до другого.

Результаты конструирования могут накапливаться в памяти (банке) для дальнейшего независимого использования как в комплексе «Декон», так и в комплексе «Декон-изопрайс» согласно их свойствам и предназначению.

4.3. Схемы основных алгоритмов программного комплекса «Декон-табл»

На рис. 4.8 представлена схема алгоритма функционирования программы с использованием режимов построения дерева, функций свертки, функции чувствительности, транзитивного замыкания.

Для работы с программой необходимо создать новую модель или открыть созданную ранее. На рис. 4.9 показана процедура создания новой модели.

При создании новой модели проверяется имя (во избежание создания одноименного файла). После создания модели необходимо построить дерево решений по правилам дихотомии (в одну

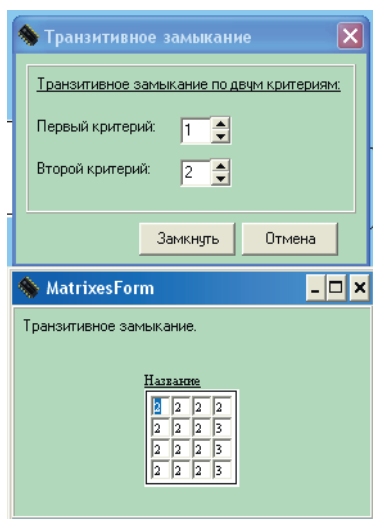


Рис. 4.6. Транзитивное замыкание

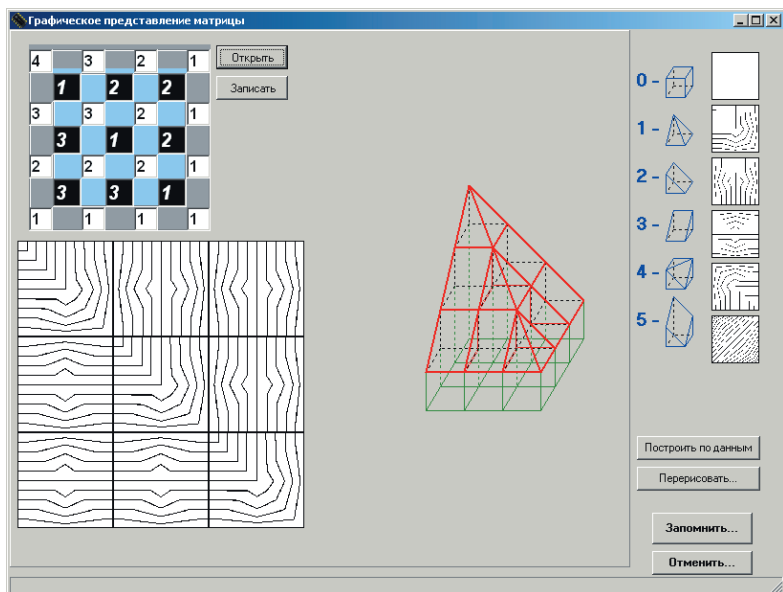


Рис. 4.7. Топология функции свертки и её трехмерное изображение

вершину должны входить 2 критерия). Построив дерево, необходимо выбрать один из режимов: функция свертки; функция чувствительности; транзитивное замыкание.

Для получения результата необходимо сформировать данные для расчета. К таким данным относятся матрицы свертки (находящиеся в вершинах дерева), с учетом предпочтений эксперта по отношению к тому или иному критерию, и значения параметров.

Рассмотрим процедуру конструирования матриц двумя способами:

- методом детального конструирования матриц с использованием стандартных функций;
- методом диалога с экспертом.

Схема детального построения матрицы стандартными функциями (f_0 – f_5) показана на рис. 4.10.

Второй способ конструирования матрицы — с помощью диалога с экспертом, не имеющим специальной математической

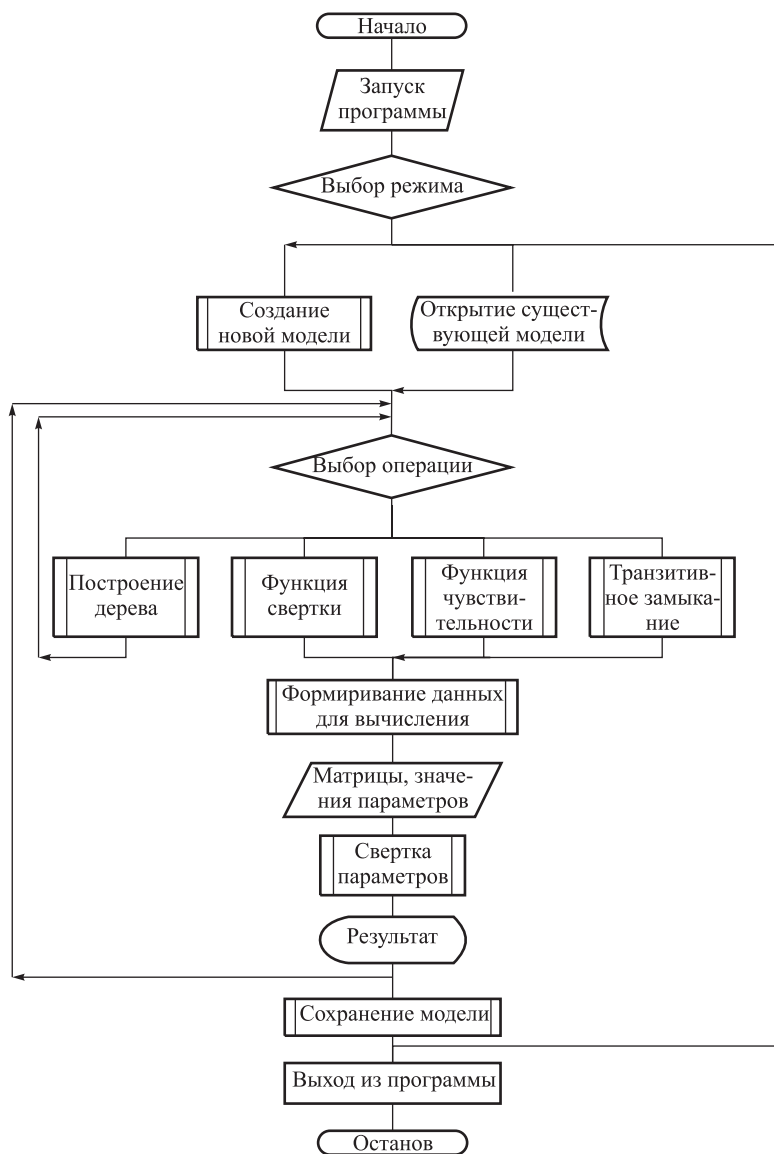


Рис. 4.8. Схема основного алгоритма

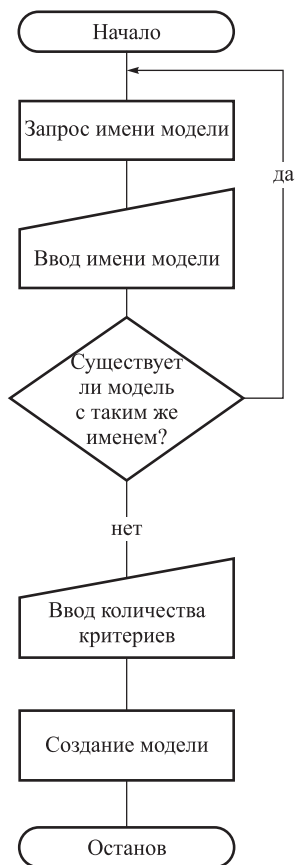


Рис. 4.9. Схема создания новой модели

подготовки. По результатам диалога формируется наполнение матрицы свертки функциями специального вида (f_0 – f_5).

При этом каждому вопросу (табл. 4.1) ставится в соответствие специальная функция. Процедура конструирования показана на рис. 4.11.

Заполнив вершины дерева матрицами свертки, необходимо ввести значения параметров. Процедура ввода значений параметров показана на рис. 4.12. Ввод данных осуществляется двумя способами: вручную и из файла, сохраненного ранее.

После формирования данных для вычисления в соответствии с режимом получаем результат. Режим функции свертки позволяет получить комплексную оценку построенной модели. Предлагается заранее просчитать функции f_0 – f_5 в областях 1–2, 2–3, 3–4 для заполнения таблицы. Таблица формируется при конструировании матрицы. При свертке параметров необходимо обратиться к ячейке соответствующей таблицы и получить результат (значение в этой ячейке). Это увеличит скорость

расчета процесса свертки, что очень важно при расчете функции чувствительности и транзитивном замыкании.

На рис. 4.13 показана схема алгоритма расчета функции свертки. Для корректности работы алгоритма необходима проверка заполнения матриц свертки.

Расчет функции чувствительности показан на рис. 4.14.

На рис. 4.15 изображена схема алгоритма создания матрицы транзитивного замыкания.

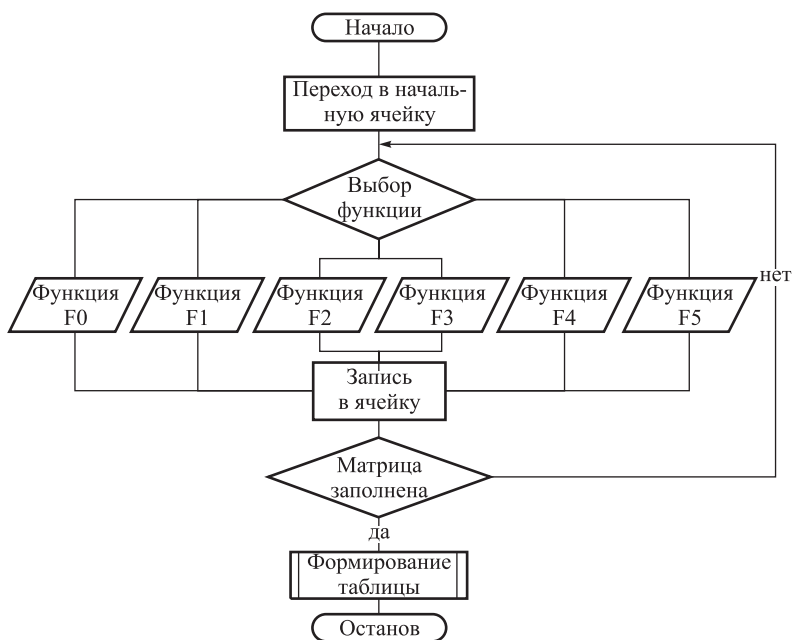


Рис. 4.10. Схема детального конструирования матрицы стандартными функциями f_0 – f_5

Таблица 4.1

Вопросы для диалога с экспертом

Номер вопроса	Вопрос
1	Одинаково ли влияние обоих критериев на формирование комплексной оценки?
2	Первый критерий имеет абсолютный приоритет над вторым критерием?
3	Имеет ли место синергетический эффект?
4	Развитие критериев никак не влияет на комплексную оценку?
5	Синергетический эффект максимален?

Рассмотренные схемы алгоритмов будут использоваться при создании программы.

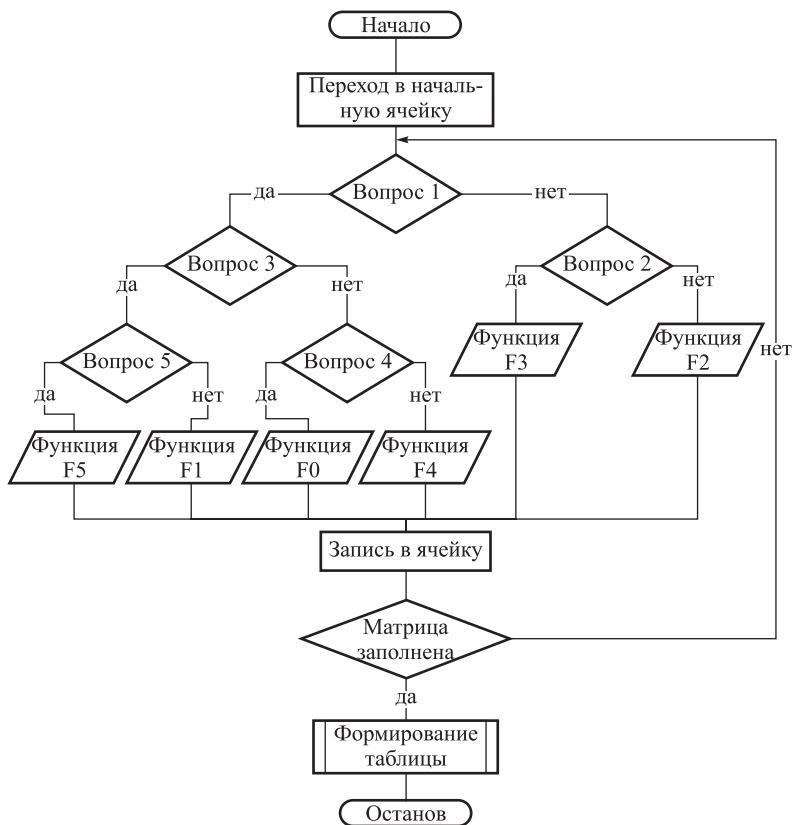


Рис. 4.11. Схема конструирования матрицы в процессе опроса эксперта

4.4. Особенности программной реализации комплекса «Декон-табл»

Данная программа работает в среде Windows 9x/XP. Программа реализована на языке высокого уровня Borland Delphi 6.0, который позволяет создать дружелюбный интерфейс.

Программа «Декон-табл» относится к классу систем поддержки принятия решений.

Логическая структура программы создана на основе схем алгоритмов программы, представленных в разделе 4.3 (см. рис. 4.8–4.15). Программа состоит из нескольких функциональных блоков:

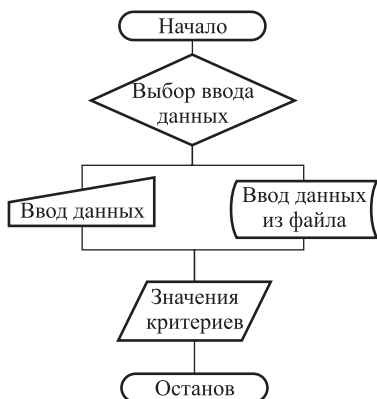


Рис. 4.12. Схема ввода данных

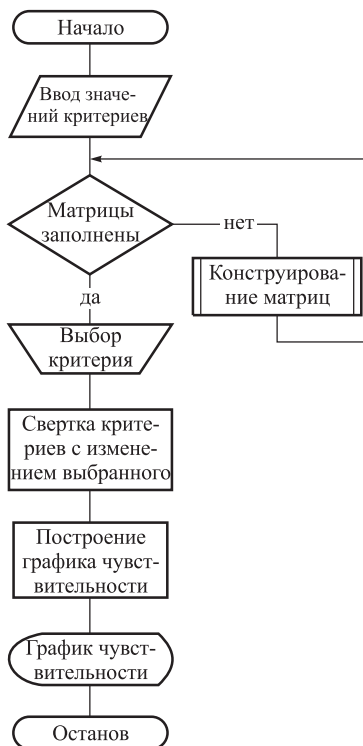


Рис. 4.14. Схема алгоритма расчета функции чувствительности

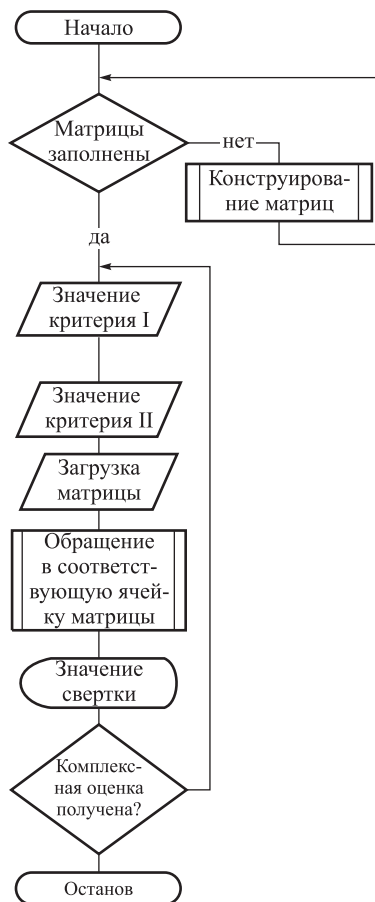


Рис. 4.13. Схема алгоритма расчета функции свертки

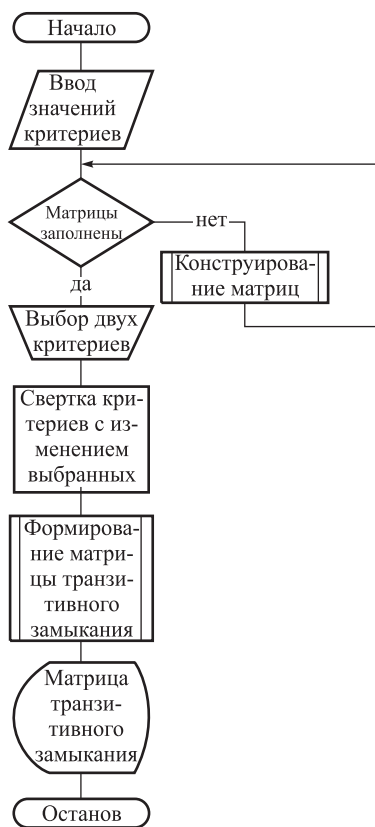


Рис. 4.15. Схема алгоритма создания матрицы транзитивного замыкания

- блок построения дерева решений;
- блок конструирования матрицы свертки;
- блок функции свертки;
- блок функции чувствительности;
- блок транзитивного замыкания.

Общий вид программы представлен на рис. 4.16.

Программа связана с табличным редактором Excel, в который переносятся результаты вычисления программы (выходные данные). Запуск программы «Декон-табл» осуществляется файлом Dekon.exe.

Входными данными для программы являются данные о модели, а именно: имя модели, количество критериев, информация о дереве решений, значения критериев.

Выходными данными программы являются: информация

о созданной модели, результаты расчетов построенной модели.

Для создания новой или открытия созданной модели необходимо загрузить программу «Декон-табл», после чего откроется пустое окно программы (рис. 4.17) с активным программным меню, в котором предлагается создать новую, открыть ранее созданную модель либо выйти из программы. Рассмотрим пример создания новой модели. Для этого выбираем соответствующий пункт *Файл* → *Новый*. Программа просит ввести имя модели (рис. 4.18). Если модель с таким именем существует, то выдается сообщение (рис. 4.19) о существовании модели с таким именем. Для дальнейшей работы необходимо изменить имя модели.

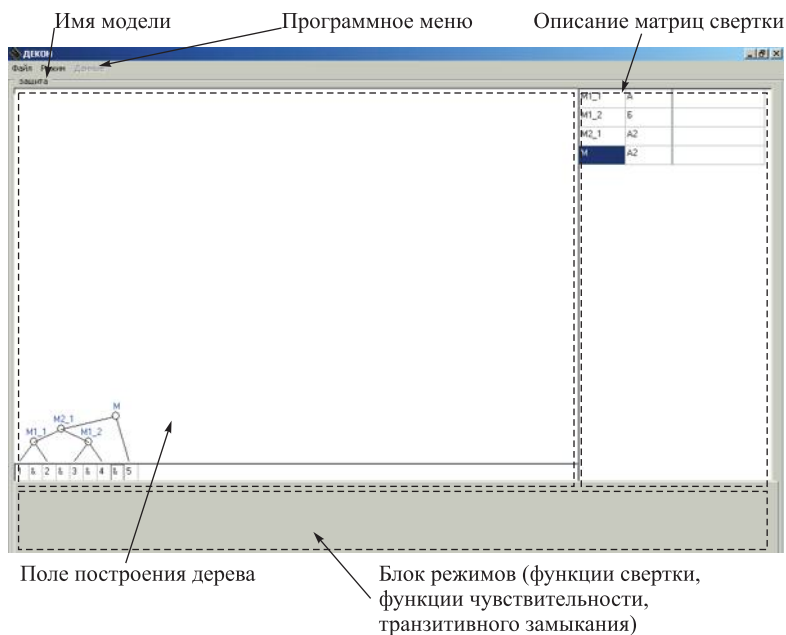


Рис. 4.16. Общий вид программы

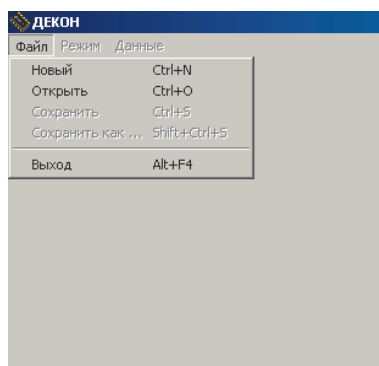


Рис. 4.17. Начало работы с программой

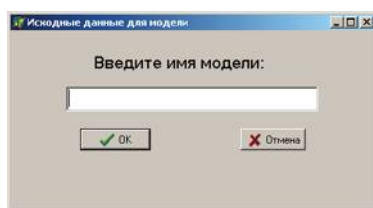


Рис. 4.18. Ввод имени модели

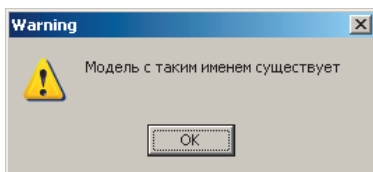


Рис. 4.19. Предупреждение о создании одноименного файла

После ввода имени необходимо указать количество критериев, используемых в модели (рис. 4.20).

После ввода количества критериев открывается форма с пустым полем для конструирования дерева (рис. 4.21).

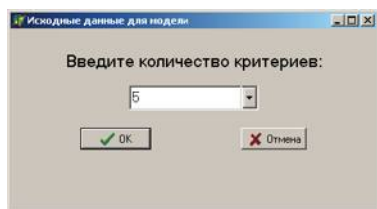


Рис. 4.20. Ввод количества критериев

Для построения деревьев комплексного оценивания предложен алгоритм, который позволяет строить деревья любой сложности, причем все узлы деревьев программно доступны.

Пользователь в любой последовательности может устанавливать связи между критериями. Связь устанавливается посредством двойного щелчка между критериями, после чего появляется знак & и формируется узел (рис. 4.22, а), который связывает критерии. Аналогичные действия выполняются и на последующих этапах формирования дерева (рис. 4.22, б, в, г) до завершения его построения.

После того как построение дерева завершено, необходимо сконструировать матрицы свертки (находящиеся в узлах дерева) с учетом предпочтений эксперта по отношению к тому или иному критерию.

Рассмотрим детальное конструирование матрицы свертки стандартными функциями (рис. 4.23).

Для внесения функции в матрицу её необходимо выбрать мышью, нажав на номер функции, и поместить в нужную ячейку (рис. 4.24). После этого заполняется матрица в соответствии выбранной функцией.

Данная процедура продолжается до тех пор, пока не будет заполнена вся матрица свертки. На рис. 4.25 изображена заполненная матрица свертки.

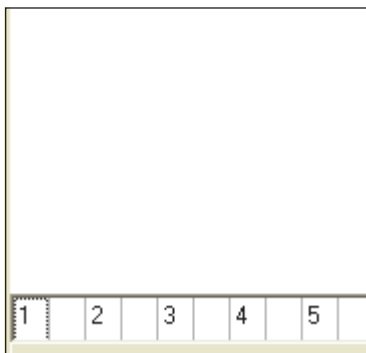


Рис. 4.21. Пустое поле конструирования дерева комплексного оценивания

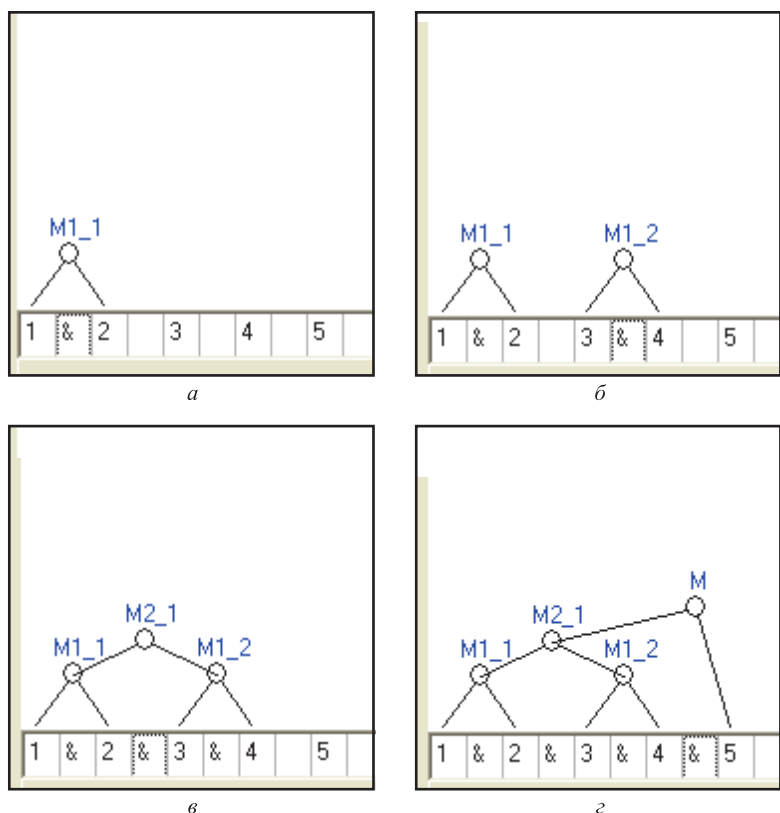


Рис. 4.22. Конструирование дерева комплексного оценивания

При нажатии клавиши «ОК» формируется таблица матрицы для дальнейшего расчета свертки параметров.

Для моделирования предпочтений эксперта, не имеющего специальной математической подготовки, предложен алгоритм (см. рис. 4.11), который по результатам диалога с ним формирует наполнение матрицы свертки стандартными функциями.

При ответе на вопросы эксперт определяет влияние рассматриваемых критериев на комплексную оценку для выбранного этапа развития критериев. Интерактивная графическая форма диалога представлена на рис. 4.26, *а*, *б*.

По завершении диалога эксперту предлагается сохранить созданную им матрицу свертки (рис. 4.27).

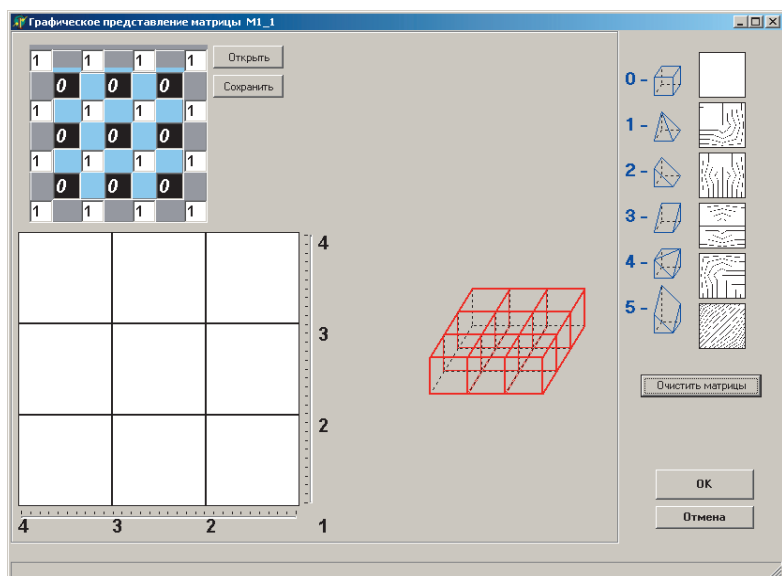


Рис. 4.23. Форма детального конструирования матриц свертки (пустая форма)

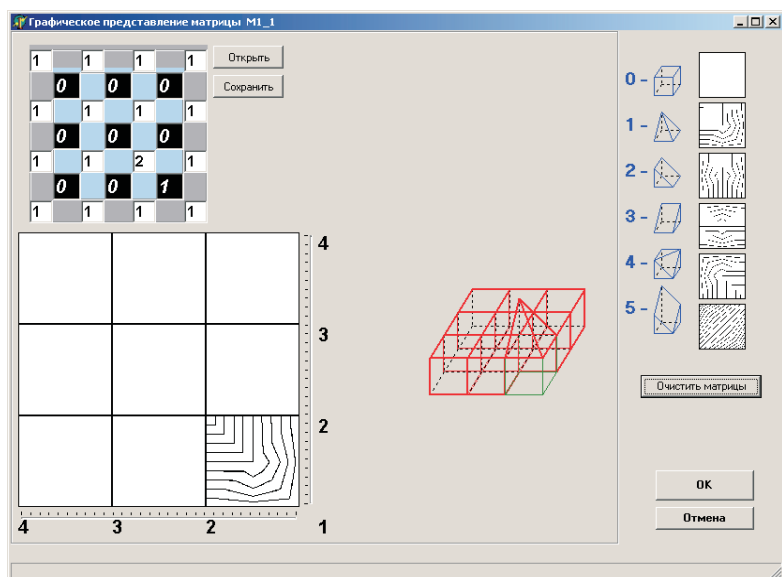


Рис. 4.24. Форма детального конструирования матриц свертки (размещение функции f_1 в области значений 1–2 обоих критериев)

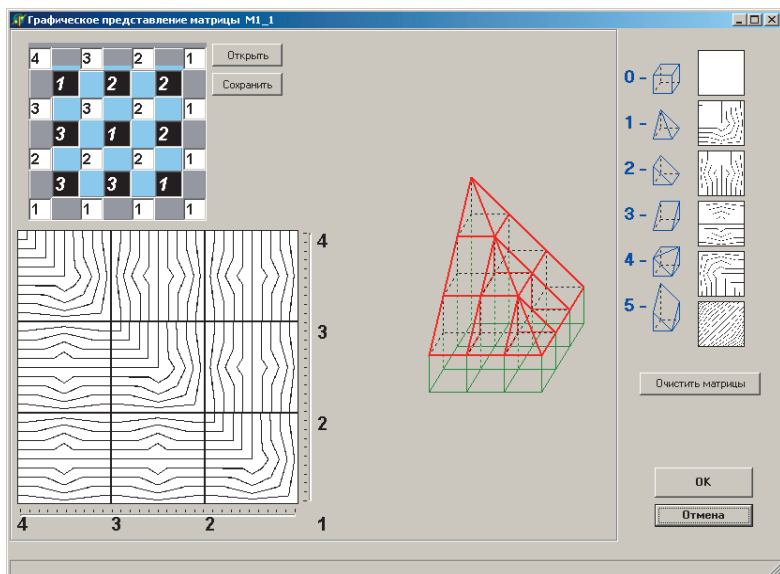


Рис. 4.25. Форма детального конструирования матриц свертки (матрица свертки, заполненная стандартными функциями)

После конструирования матриц свертки выбираем режим функции свертки для получения комплексной оценки модели. Для этого выбираем в программном меню *Режим* → *Функция свертки* (рис. 4.28). Появляется окно режима функции свертки (рис. 4.29).

Для расчета комплексной оценки модели необходимо ввести значения параметров, после чего произвести расчет. Результат функции свертки отображается на дереве комплексного оценивания (рис. 4.30).

После получения результатов свертки можно построить функцию чувствительности. Для входа в режим необходимо выбрать соответствующий подпункт пункта *Режим* (см. рис. 4.28). Если выбран подпункт *Функция чувствительности*, то открывается окно данной функции (рис. 4.31).

Выбрав критерий из списка, нажимаем клавишу «Просчитать». После программной обработки входных данных в результате

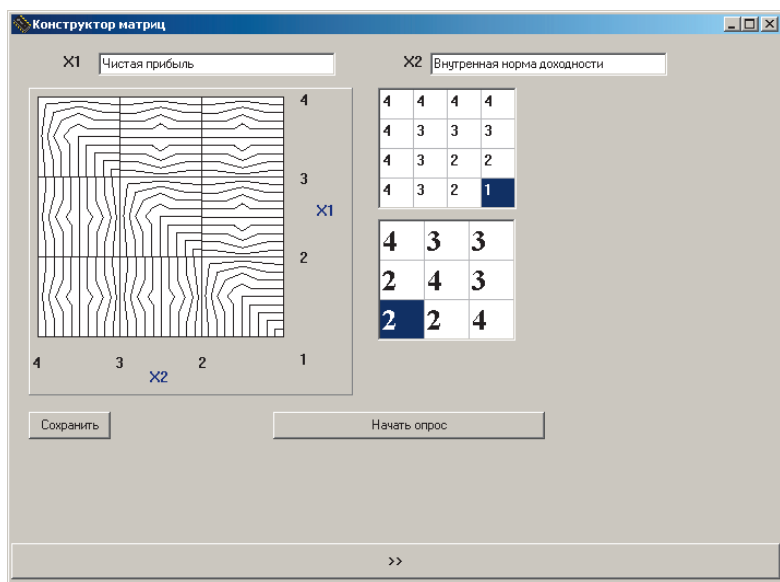


Рис. 4.27. Интерфейс диалога с реципиентом (завершение диалога)

выводится график чувствительности с указанием рабочей точки. На рис. 4.32 изображен график чувствительности критерия x_2 . Красным цветом показана рабочая точка, т. е. текущее состояние. Данный график можно построить по всем критериям, используемым в модели.

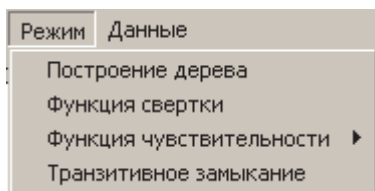


Рис. 4.28. Пункт *Режим* программного меню

Для определения матрицы транзитивного замыкания необходимо войти в соответствующий режим. На рис. 4.33 изображено окно режима транзитивного замыкания.

Выбрав два критерия, по которым необходимо построить матрицу транзитивного замыкания, нажимаем клавишу «Прочитать», после чего формируется матрица, результат выводится на экран (рис. 4.34).

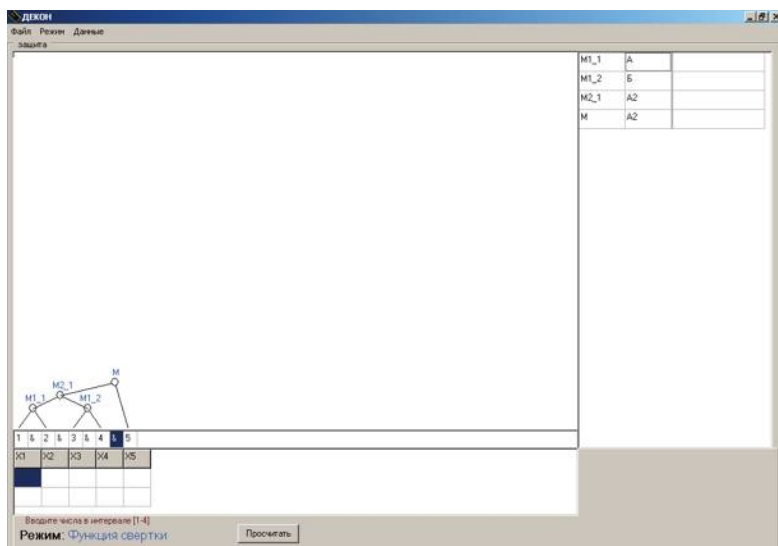


Рис. 4.29. Режим функции свертки

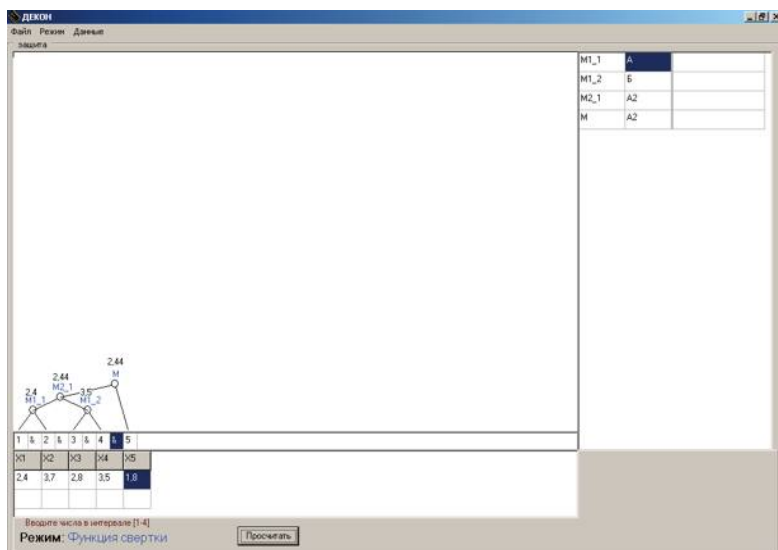


Рис. 4.30. Режим функции свертки с полученной комплексной оценкой

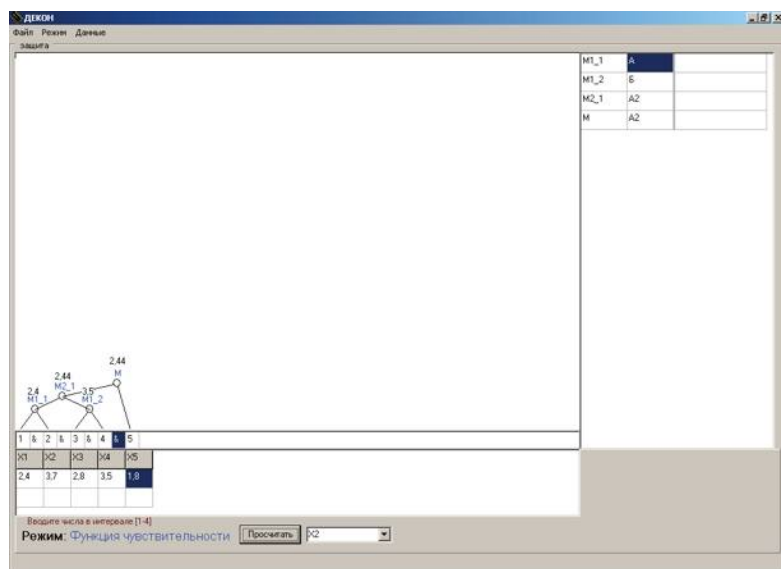


Рис. 4.31. Режим функции чувствительности

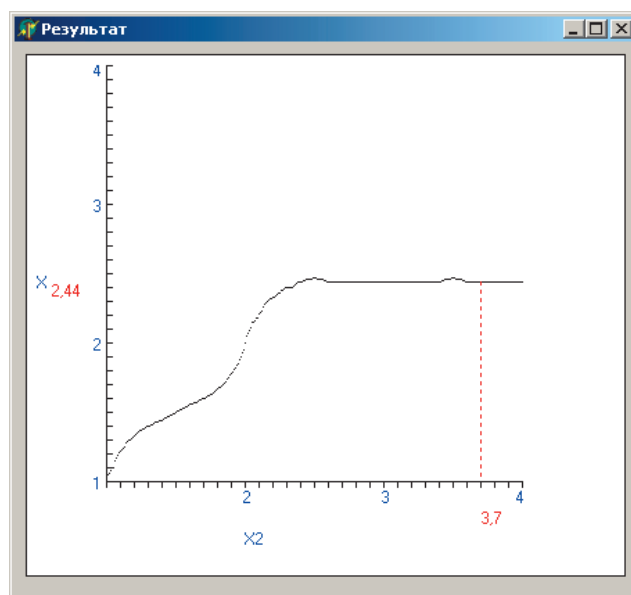


Рис. 4.32. График чувствительности

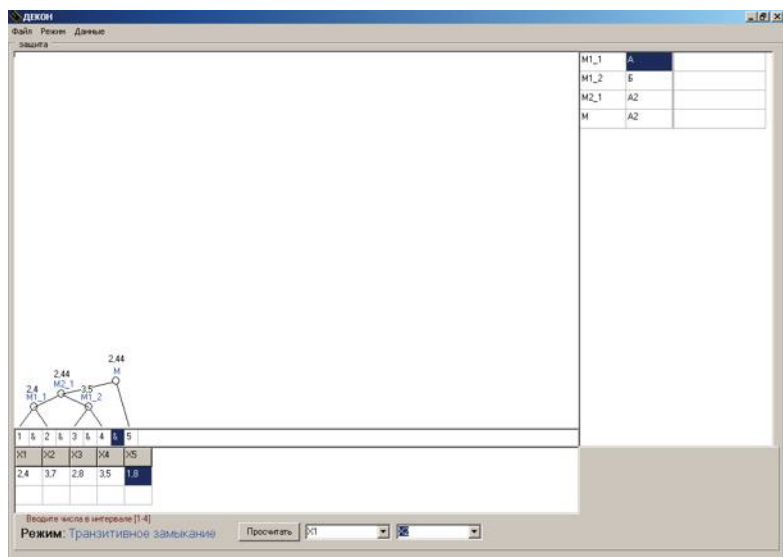


Рис. 4.33. Режим транзитивного замыкания

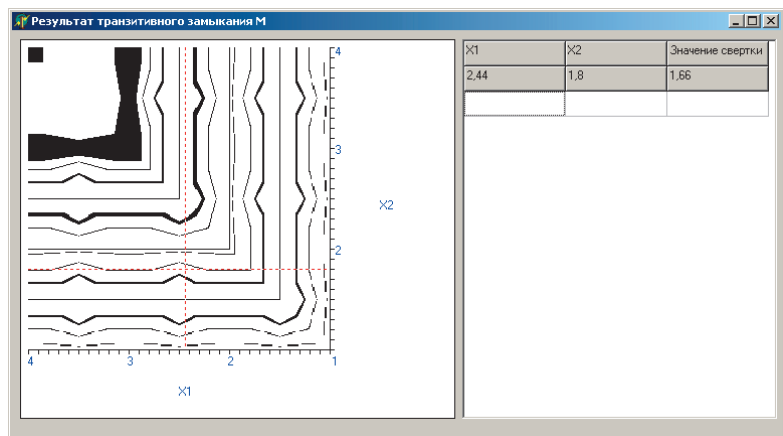


Рис. 4.34. Матрица транзитивного замыкания двух критериев

Для выхода из программы необходимо выбрать в программном меню *Файл* → *Выход* или закрыть главную форму.

Раздел 5

ПАКЕТ ПРИКЛАДНЫХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ «ДЕКОН-ИЗОПРАЙС»

5.1. Модель комплексного оценивания защиты выпускных квалификационных работ

Ассортимент подходящих матриц может быть построен путем разрешения известной неопределенности вида свертки. Необходимо решить проблему, возникающую при несовпадающих оценках по рассматриваемым критериям, а также вопрос принятия решения об итоговой свертываемой оценке. При целочисленной усредненной оценке или же в случае совпадения оценок в свертку ставится осредненная оценка (рис. 5.1, *a*). Вариантов заполнения «проблемных» элементов матрицы свертки может

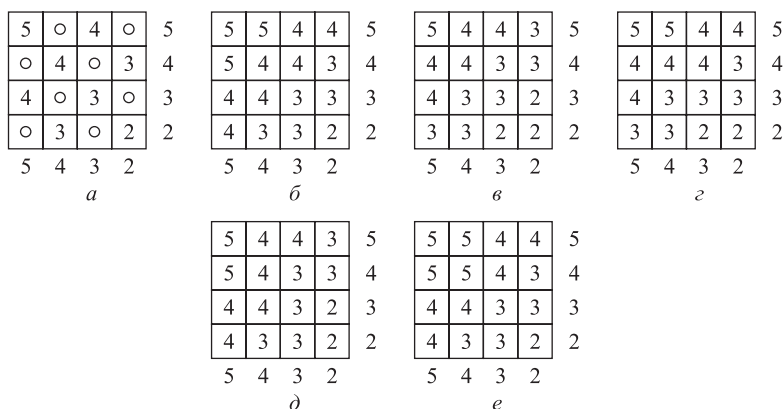


Рис. 5.1. Матрицы свертки: *a* — базовая; *б* — оптимистичная; *в* — строгая; *г* — приоритет 1-го критерия; *д* — приоритет 2-го; *е* — матрица с синергетическим эффектом

быть несколько: каждый из критериев оценивается «строго» и результатом становится худшая из возможных оценка (б), «оптимистично» (в), устанавливается приоритет одного из критериев (г и д). Учитывая синергетический эффект при наличии свойства эмерджентности двух критериев, можно допустить вариант ж.

В данной работе построена модель для оценки выпускных квалификационных работ (ВКР) студентов строительного факультета Пермского государственного технического университета специальности «Экспертиза и управление недвижимостью».

Итоговая оценка свертывается из оценок государственной экзаменационной комиссии и оценок привлекаемых специалистов. Оценки специалистов — это оценки, рекомендуемые руководителем и рецензентом дипломного проекта. А оценка комиссии зависит от выступления и качества выполнения работы. Выступление состоит из доклада и ответов на вопросы; качество выполнения работы складывается из качества решения поставленных задач и качества оформления (уровень выполнения пояснительной записки и чертежей). В итоге получаем семь частных критериев, что удовлетворяет числу Миллера (72), которое выбирается исходя из соображения, что при более дробной шкале оценок человек не в состоянии дифференцировать понятия. А значит — начинает путаться в критериях, количество которых превышает число Миллера. В данной работе в узлах дерева критериев использовали матрицы сверток с приоритетом одного из критериев (рис. 5.2), где матрица I — с приоритетом первого критерия, а матрица II — с приоритетом второго.

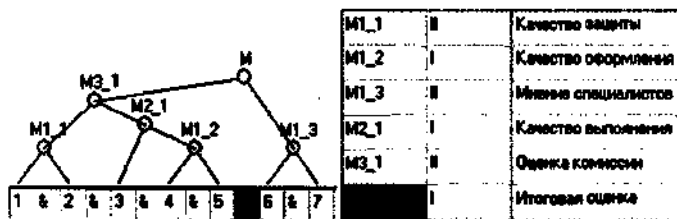


Рис. 5.2. Дерево критериев и матрицы свертки

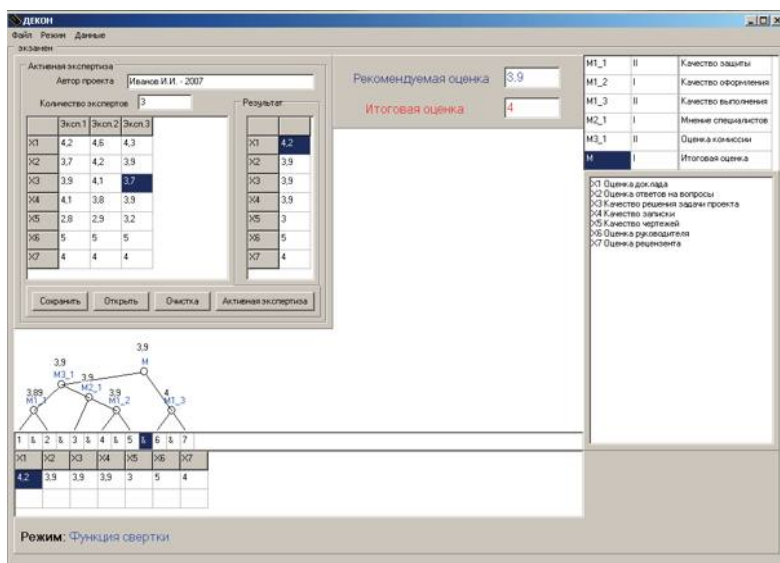


Рис. 5.3. Пример оценивания результатов защиты ВКР

Последовательность критериев следующая: доклад, ответы на вопросы, качество решения поставленных задач, качество записки, качество чертежей, оценка руководителя, оценка рецензента. В модели использовалась непрерывная шкала оценок с интервалом $[2,5]$. На рис. 5.3 представлен вариант использования данного программного продукта.

5.2. Модель ранжирования экспонентов для конкурса «Лучший товар в строительстве»

Свободное предпринимательство предполагает использование Центром либеральных методов управления экономикой.

Развитие свободного предпринимательства обостряет проблемы управления экономикой, делая востребованными либеральные подходы к обеспечению поступательности движения народного хозяйства по направлениям, установленным центром. Эффективность одного из самых распространенных методов либерального управления — конкурса — может быть существенно повышена посредством совершенствования процедуры его про-

ведения на основе современных информационных технологий, которые должны способствовать воплощению заложенных в него политических замыслов.

При разработке конкурсных механизмов их принято рассматривать с позиций теории игр. Действительно, все участники конкурса представляют собой взаимодействующие стороны с несовпадающими интересами, вступающие в иерархическую игру.

Центр (организатор конкурсов) заинтересован в глобальных последствиях конкурсов, призванных вызвать целенаправленную деятельность всех остальных игроков, потенциальных участников процедуры отбора. Право первого хода позволяет центру сформулировать правила игры (условия организации конкурса) и создать независимую конкурсную комиссию, способную обеспечить «справедливость и объективность» в определении победителей. Задача конкурсной комиссии взята в привычку, чтобы акцентировать внимание на определенной условности ее постановки.

Остальные игроки (по терминологии теории игр — агенты) заинтересованы в непосредственных результатах конкурса, когда означенное число участников из общего числа приобретает определенные преимущества на заключение договоров, получение заказа, приобретение товара и т. п. (к моменту конкурсного отбора они стремятся достигнуть того набора своих заявленных качеств, который позволил бы им реально претендовать на поощрение центром, рассчитывая при этом на упомянутые справедливость и объективность конкурсной комиссии, что совместно с размерами ожидаемого вознаграждения образует мотивацию массовости мероприятия, необходимую центру для достижения управленческого результата).

Из сказанного становится неоспоримой актуальность задачи поддержки конкурсов средствами выражения конкурсных предпочтений центра, понятных самому центру, экспонентам и независимой комиссии, и способных гарантировать соблюдение необходимых качеств конкурса — справедливости и объективности.

Обязательным требованием к информационным средствам поддержки конкурсных процедур является освобождение центра, экспертов и экспонентов от специальной математической и компьютерной подготовки.

Предложения по развитию конкурсного механизма

1. Подготовку к следующему конкурсу начинать заблаговременно, сразу после подведения итогов предыдущего конкурса, и проводить в два этапа.

Содержание I этапа:

- уточнение целей очередного конкурса — стимулирование предпочтительных направлений развития объектов конкурсного оценивания строительной отрасли;
- назначение экспертной группы и технической группы, ответственных за процедурные вопросы проведения конкурса;
- определение состава и содержания номинаций конкурса;
- разработка в каждой номинации системы критериев и уточнение шкал их оценки по схеме: 1 — плохо, 2 — удовлетворительно, 3 — хорошо, 4 — отлично;
- разработка и документирование конкурсного механизма;
- утверждение и рассылка Положения о конкурсе «Лучший товар в строительстве» и формы заявочных документов, обеспечивающих достаточность информации для успешной работы экспертной группы.

Содержание II этапа:

- работа экспонентов над совершенствованием объектов возможных заявок по одной или нескольким номинациям;
 - отправка документов на конкурс.
2. Проведение конкурса в период выставки:
- по материалам каждой заявки эксперт заполняет оценочный лист, в котором выставляет оценки по каждому критерию в заявленной номинации;
 - при возможности участия в экспертизе заявки нескольких экспертов указывается идентификатор данного эксперта; обработка информации от группы экспертов по одной заявке производится методом активной экспертизы;
 - компьютерная обработка конкурсных материалов осуществляется технической группой, результаты документи-

руются и возвращаются в экспертную группу в виде предложения для принятия окончательного решения;

- при наличии апелляции по решению экспертной комиссии заявителю может быть предоставлено обоснование принятых ею решений;
- по завершении конкурса разрабатывается отчет, содержащий выводы о степени достижения поставленных перед конкурсом целей и предложения по коррекции Положения для проведения следующего конкурса.

На пермской международной ярмарке «Строительство и ремонт» 15–19 мая 2007 года прошла апробацию система поддержки конкурсной среды по направлению «Лучший товар в строительстве», разработанная в лаборатории современного менеджмента при кафедре «Экспертиза недвижимости» Пермского государственного технического университета. Основные компоненты системы иллюстрируются рис. 5.4, 5.5, а результаты моделирования приведены в табл. 5.1, 5.2 и на рис. 5.6.

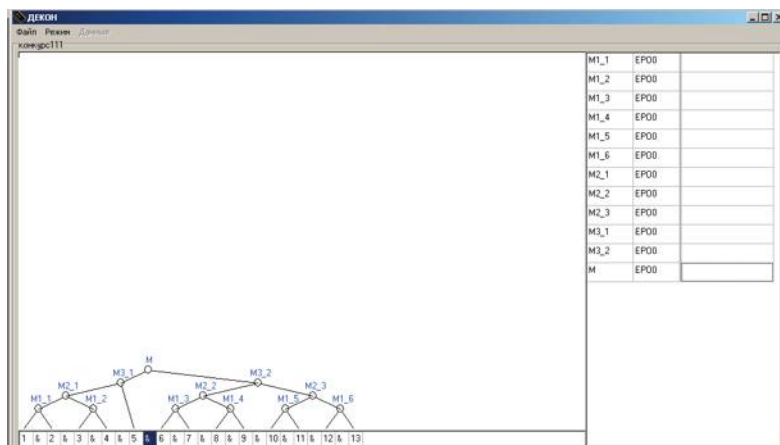


Рис. 5.4. Обобщенная структура конкурсного механизма выставки «Строительство и ремонт»

Критерии оценки:

- Энергоэкономичность.

- Простота изготовления (трудоемкость изготовления и эксплуатации).
- Соответствие мировому уровню.
- Инновационность и наукоемкость.
- Актуальность для отрасли.
- Превышение уровня государственных стандартов качества.
- Гарантированность качества.
- Эргономичность.
- Эстетичность.
- Межремонтный период (гарантийный срок межремонтной эксплуатации)
- Ремонтопригодность
- Доступность утилизации
- Экологичность (экологическая безопасность)

Интерпретация сверток критериев по уровням дерева комплексного оценивания:

M1_1 — технологичность.

M1_2 — соответствие классу ноу-хау.

M1_3 — обобщенный показатель качества.

M1_4 — привлекательность для персонала.

M1_5 — способность к восстановлению.

M1_6 — сопряжение с окружающей средой.

M2_1 — класс фирмы.

M2_2 — привлекательность блага.

M2_3 — уровень эксплуатационной пригодности.

M3_1 — уровень производства в отрасли.

M3_2 — привлекательность товара.

M — позиция в номинации конкурса.

Конкурсный механизм в номинации «Строительство»

- свертка M1_1 критериев «энергоэкономичности» и «простоты изготовления» в обобщенный параметр «технологичность» по принципу стимулирования развития обоих критериев (*матрица типа А*);

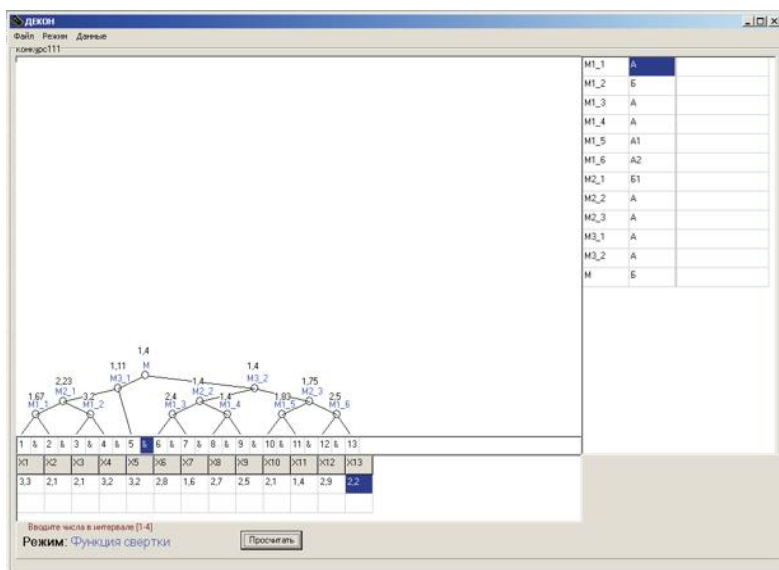


Рис. 5.5. Дерево комплексного оценивания заявок участников в номинации «Строительство»

- свертка M1_2 критериев «соответствие мировому уровню» и «инновационность и наукоемкость» в обобщенный параметр «соответствие классу ноу-хау» по принципу стимулирования развития хотя бы одного из двух критериев (*матрица типа Б*);
- свертка M1_3 критериев «превышение уровня государственных стандартов качества» и «гарантированность качества» в обобщенный параметр «обобщенный показатель качества» по принципу стимулирования развития обоих критериев (*матрица типа А*);
- свертка M1_4 критериев «эргономичность» и «эстетичность» в обобщенный параметр «привлекательность для персонала» по принципу стимулирования развития обоих критериев (*матрица типа А*);
- свертка M1_5 критериев «межремонтный период» и «ремонтпригодность» в обобщенный параметр «способность к восстановлению» по принципу стимулирования

развития обоих критериев с приоритетом первого критерия (*матрица типа А1*);

- свертка М1_6 критериев «доступность утилизации» и «экологичность» в обобщенный параметр «сопряжение с окружающей средой» по принципу стимулирования развития обоих критериев с приоритетом второго критерия (*матрица типа А2*);
- свертка М2_1 критериев «технологичность» и «соответствие классу ноу-хау» в обобщенный параметр «класс фирмы» по принципу стимулирования развития хотя бы одного из двух критериев с приоритетом первого критерия (*матрица типа Б1*);
- свертка М2_2 критериев «обобщенный показатель качества» и «привлекательность для персонала» в обобщенный параметр «привлекательность блага» по принципу стимулирования развития обоих критериев (*матрица типа А*);
- свертка М2_3 критериев «способность к восстановлению» и «сопряжение с окружающей средой» в обобщенный параметр «уровень эксплуатационной пригодности» по принципу стимулирования развития обоих критериев (*матрица типа А*);
- свертка М3_1 критериев «класс фирмы» и «актуальность для отрасли» в обобщенный параметр «уровень производства в отрасли» по принципу стимулирования развития обоих критериев (*матрица типа А*);
- свертка М3_2 критериев «привлекательность блага» и «уровень эксплуатационной пригодности» в обобщенный параметр «привлекательность товара» по принципу стимулирования развития обоих критериев (*матрица типа А*);
- свертка М критериев «уровень производства в отрасли» и «привлекательность товара» в обобщенный параметр «позиция в номинации конкурса» по принципу стимулирования развития хотя бы одного из двух критериев (*матрица типа Б*).

Таблица 5.1

**Экспертные оценки
конкурсных заявок
по частным
критериям**

Значение критериев:	V1	V2	V3
X1	1,1	2,2	3,3
X2	2,3	3,3	2,1
X3	1,2	1,7	2,1
X4	1,7	2,4	3,2
X5	3,2	2,1	3,2
X6	2,5	1,8	2,8
X7	2,1	3,1	1,6
X8	3,1	2,3	2,7
X9	1,9	1,1	2,5
X10	2,9	2,2	2,1
X11	3,7	3,1	1,4
X12	2,8	4	2,9
X13	1,1	1,9	2,2

Таблица 5.2

**Комплексные оценки
конкурсных заявок
в номинации
«Строительство»**

Результат:	W1	W2	W3
M1_1	1,12	2,22	2,11
M1_2	1,7	2,4	3,2
M1_3	2,15	1,8	1,6
M1_4	1,9	1,12	2,5
M1_5	3,7	3,11	1,4
M1_6	2,11	2,9	2,89
M2_1	1,15	2,27	2,2
M2_2	1,89	1,13	1,56
M2_3	2,12	2,9	1,4
M3_1	1,16	2,11	2,2
M3_2	1,89	1,13	1,42
M	1,88	2,1	2,26

5.3. Процедура анализа финансового состояния предприятия

Типовая задача обоснования направлений развития экономических объектов имеет исходную позицию в виде набора значений экономических показателей, полученных в результате традиционного экономического анализа.

Возьмем некоторое абстрактное предприятие. Выделим интересные экономические показатели для определения состояния (получения комплексной оценки). Параметры и их значения представлены в табл. 5.3. Рассмотрим их:

1. Коэффициент финансовой независимости

Коэффициент финансовой независимости (коэффициент автономии) определяется как отношение собственного капитала

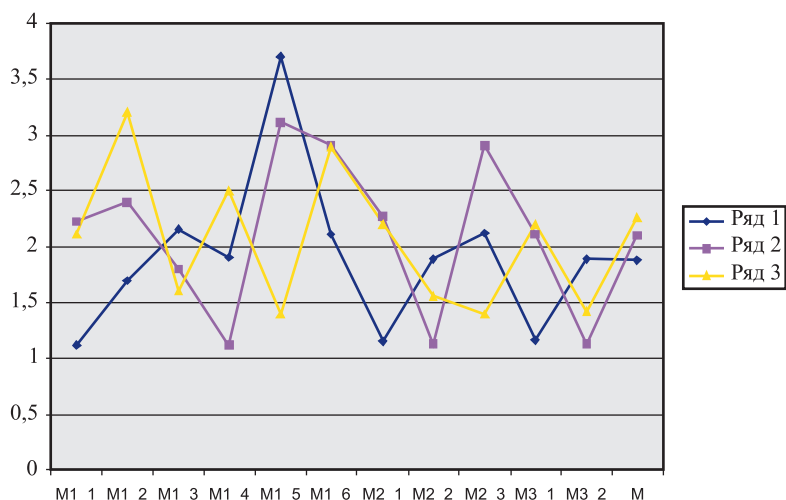


Рис. 5.6. Динамика комплексного оценивания заявок участников конкурса в номинации «Строительство»

к сумме всех средств (сумма капитала и резервов, краткосрочных пассивов и долгосрочных обязательств), авансированных предприятию (или отношение величины собственных средств к итогу баланса предприятия).

Т а б л и ц а 5.3

Результаты деятельности предприятия

№ п/п	Параметры	Обозначение	Рекомендованное значение	Текущее значение
1	Коэффициент финансовой независимости	$X_{\text{фн}} = 0-1$	$X_{\text{фн}}^{\text{ном}} = 0,5$	0,56
2	Коэффициент абсолютной (быстрой) ликвидности	$X_{\text{ал}} = 0-1$	$X_{\text{ал}}^{\text{ном}} = (0,15-0,2)$	0,3
3	Чистая прибыль	$X_{\text{чп}}$, млн руб.	—	3
4	Внутренняя норма доходности	$X_{\text{внд}}$	—	0,67
5	Удельный вес управленческих расходов	$X_{\text{ур}}$, %	$X_{\text{ур}}^{\text{ном}} = (5-20 \%)$	5,7

Коэффициент финансовой независимости $X_{\text{фн}}$ характеризует зависимость фирмы от внешних займов. Чем ниже значение

коэффициента, тем больше займов у компании, тем выше риск неплатежеспособности. Низкое значение коэффициента отражает также потенциальную опасность возникновения у предприятия дефицита денежных средств.

Рекомендуемое значение для данного показателя равно 0,5–0,8 (в зависимости от отрасли, структуры капитала и т. д. может изменяться).

Коэффициент автономии имеет большое значение для инвесторов и кредиторов, т. к. чем выше значение коэффициента, тем меньше риск потери инвестиций и кредитов.

2. Коэффициент абсолютной ликвидности

Коэффициент абсолютной ликвидности — это отношение наиболее ликвидных активов компании к текущим обязательствам. Этот коэффициент показывает, какая доля краткосрочных долговых обязательств может быть покрыта в ближайшее время за счет денежных средств и их эквивалентов в виде ценных бумаг и депозитов, т. е. практически абсолютно ликвидных активов.

В мировой практике достаточным считается значение коэффициента абсолютной ликвидности, равное 0,2–0,3, которое означает, что предприятие может немедленно погасить 20–30 % текущих обязательств.

3. Чистая прибыль

Чистая прибыль — часть балансовой прибыли предприятия, остающаяся в его распоряжении после уплаты налогов, сборов, отчислений и других обязательных платежей в бюджет. Чистая прибыль используется для увеличения оборотных средств предприятия, формирования фондов и резервов, а также для реинвестиций в производство.

Объем чистой прибыли зависит от объема валовой прибыли и величины налогов; исходя из объема чистой прибыли определяются дивиденды акционерам предприятия.

4. Внутренняя норма доходности

При анализе эффективности инвестиционных проектов широко используется показатель внутренней нормы доходности (IRR — internal rate of return) — это ставка дисконтирования, приравнивающая сумму приведенных доходов от инвестицион-

ного проекта к величине инвестиций (т. е. вложения окупаются, но не приносят прибыль). Величина этой ставки полностью определяется «внутренними» условиями, характеризующими инвестиционный проект.

Применение данного метода сводится к последовательной итерации (повторению) нахождения дисконтирующего множителя, пока не будет обеспечено равенство $NPV = 0$.

Выбираются два значения коэффициента дисконтирования, при которых функция NPV меняет свой знак, и используют формулу

$$IRR = i_1 + \frac{NPV(i_1)}{[NPV(i_1) - NPV(i_2)](i_2 - i_1)}.$$

Инвестор сравнивает полученное значение IRR со ставкой привлеченных финансовых ресурсов (CC — Cost of Capital):

- если $IRR > CC$, то проект можно принять;
- если $IRR < CC$, то проект отвергается;
- $IRR = CC$ — значит, проект имеет нулевую прибыль.

5. Удельный вес управленческих расходов

Управленческие расходы — расходы, не связанные с производственной или коммерческой деятельностью предприятия: затраты на содержание аппарата управления, отдела кадров, юридического отдела, освещение и отопление сооружений непроизводственного назначения, командировки, услуги связи и т. д.

Управленческие расходы не имеют привязки к объемам продаж или объемам производства, рассчитываются вне взаимосвязи с динамикой доходов компании.

Для руководителя предприятия (фирмы) является актуальным получение ответа на ряд вопросов:

- качественная оценка деятельности предприятия;
- указание «узких» мест в деятельности предприятия;
- оценка достижимых результатов деятельности предприятия в указанном направлении;
- выбор оптимального из предложенных вариантов улучшения финансового состояния предприятия;

- документирование результатов анализа финансовой деятельности предприятия.

Решение этой задачи по данным табл. 5.3 на сегодняшний день затруднительно, поскольку у руководителя нет необходимой алгоритмической и программной поддержки принятия решения для приведенного случая нескольких независимых критериев (параметров) состояния объекта.

Приведем параметры табл. 5.3 к шкале 1–4. Для этого необходимо построить функции приведения для всех параметров (рис. 5.7).

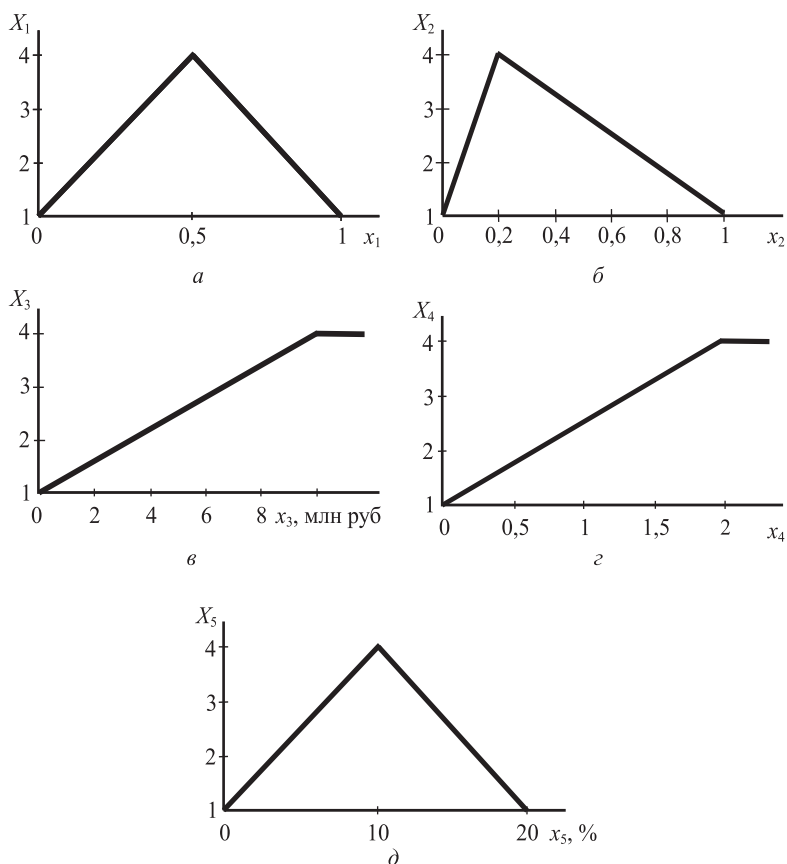


Рис. 5.7. Функции приведения

По функциям приведения параметры получили следующие значения: $X_{\text{фн}} = 3,5$; $X_{\text{ал}} = 3,6$; $X_{\text{чп}} = 1,9$; $X_{\text{внд}} = 2$; $X_{\text{ур}} = 2,7$.

Подставляем значения параметров в модель для получения комплексной оценки (рис. 5.8).

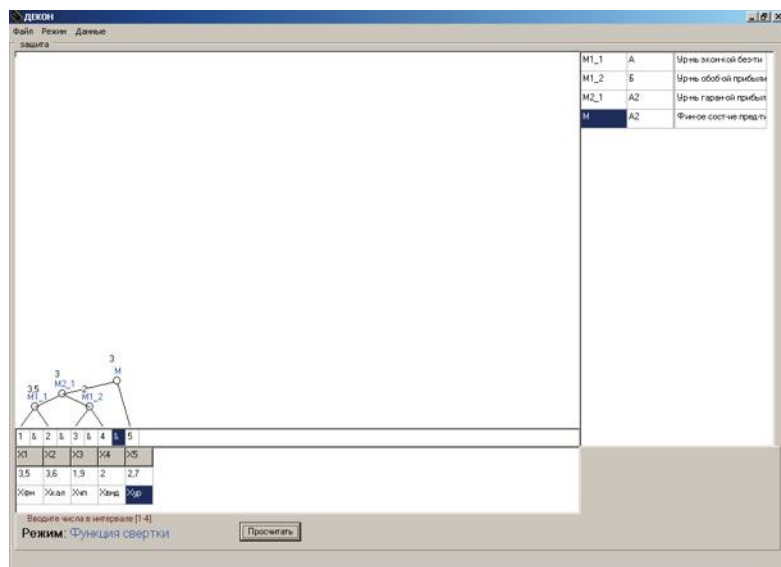


Рис. 5.8. Финансовое состояние предприятия

Прочитав функцию свертки, получили значение 3 — качественная оценка деятельности предприятия («хорошо»).

Для указания узких мест в деятельности предприятия необходимо построить функции чувствительности (см. рис. 5.9–5.13).

По графикам чувствительности видно, что параметры $X_{\text{фн}}$, $X_{\text{ал}}$, $X_{\text{ур}}$ не окажут влияния на комплексную оценку, а параметры $X_{\text{чп}}$ и $X_{\text{внд}}$ повлияют на комплексную оценку при их дальнейшем развитии.

По результатам анализа принимается следующее решение: первоочередной задачей коллектива считать увеличение чистой прибыли и внутренней доходности.

Необходимо улучшить финансовое состояние предприятия. Для этого нужно построить матрицу свертки параметров $X_{\text{чп}}$

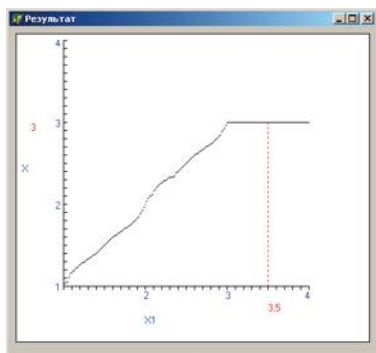


Рис. 5.9. Функция чувствительности параметра $X_{\text{фн}}$

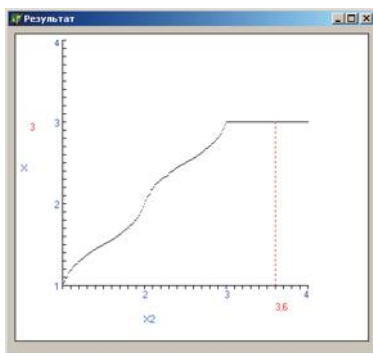


Рис. 5.10. Функция чувствительности параметра $X_{\text{ал}}$

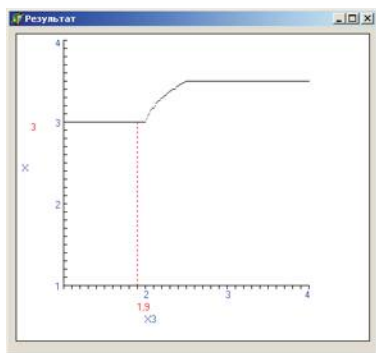


Рис. 5.11. Функция чувствительности параметра $X_{\text{щп}}$

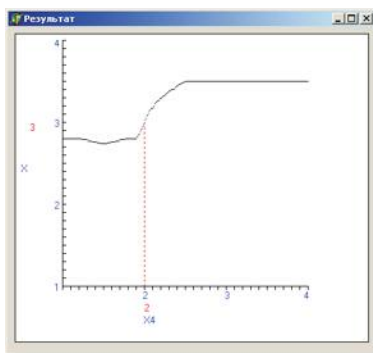


Рис. 5.12. Функция чувствительности параметра $X_{\text{внд}}$

и $X_{\text{внд}}$ (рис. 5.14), т. к. они способны повлиять на комплексную оценку (это видно из функций чувствительности).

Для улучшения финансового состояния следует увеличить чистую прибыль до 10 млн руб., а внутреннюю норму доходности — до значения 2. Следовательно, целесообразно принять решение: разработать возможные варианты развития предприятия в направлении увеличения чистой прибыли и внутренней нормы доходности.

Для улучшения финансового состояния были разработаны варианты развития предприятия (табл. 5.4).

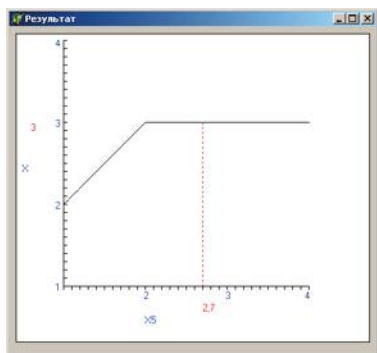


Рис. 5.13. Функция чувствительности параметра X_{yp}

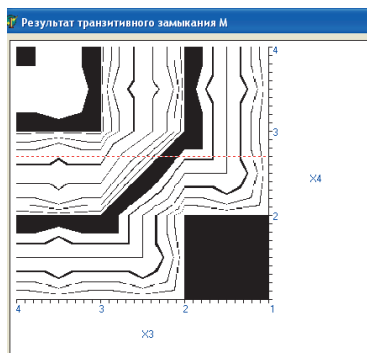


Рис. 5.14. Матрица транзитивного замыкания параметров $X_{чп}$ и $X_{внд}$

Таблица 5.4

**Состояние предприятия
после реализации варианта развития**

Параметр	Вариант			
	Текущее состояние	1	2	3
$X_{фн} = 0 - 1$	0,56	0,56	0,56	0,6
$X_{ал} = 0 - 1$	0,3	0,3	0,3	0,34
$X_{чп}$, млн руб.	3	4,33	4	4,7
$X_{внд}$	0,67	0,6	0,74	0,8
$X_{ур}$, %	5,7	5,7	6,3	5

Таблица 5.5

Приведенные значения параметров

Параметр	Вариант			
	Текущее состояние	1	2	3
$X_{фн} = 0 - 1$	3,5	3,5	3,5	3,2
$X_{ал} = 0 - 1$	3,6	3,6	3,6	3,3
$X_{чп}$, млн руб.	1,9	2,3	2,2	2,4
$X_{внд}$	2	1,9	2,1	2,2
$X_{ур}$, %	2,7	2,7	2,7	2,5
Комплексная оценка	3	3,38	3,29	3,35

Эти параметры также необходимо привести к шкале 1–4, воспользовавшись функциями приведения (см. рис. 5.7). Результаты приведения представлены в табл. 5.5.

Необходимо принять к исполнению вариант № 1, т. к. он имеет максимальную комплексную оценку, которая составляет 3,38.

5.4. Система поддержки принятия решений по кредитованию инвестиционных проектов

Кредитование инвестиционных проектов нуждается в серьезном обосновании и ориентируется на множестве возможных вариантов принятия решений. Современные подходы с позиций традиционного менеджмента не отвечают этим требованиям, поскольку учитывают важнейший из всех факторов — человеческий — лишь в форме концептуальных моделей, описываемых средствами естественного языка и положениями наивной логики.

Возможности новых технологий комплексного оценивания [15], в сравнении с известными [4, 5], охватывают моделирование предпочтений физических и юридических лиц как активных элементов организационных систем, что является актуальным для ряда прикладных задач.

В данном подразделе обсуждаются вопросы полноты инструментальных средств новых технологий комплексного оценивания на примере предлагаемой системы поддержки принятия решений по кредитованию инвестиционных проектов, отличающейся иерархической вложенностью модулей и использованием моделей предпочтений участников бизнес-процессов.

Теоретико-множественная модель соотношения наборов структурных элементов Σ системы поддержки принятия решений и используемых инструментальных средств Ω может быть представлена соответствием

$$G: \Sigma \rightarrow \Omega,$$

которое приводится к соответствию

$$G_1: \Sigma \rightarrow B_\Omega,$$

где B_Ω — оператор булеана на множестве Ω . Достаточность инструментальных средств технологии подтверждается полнотой области определения данного соответствия G_1 .

Вложенность подмножеств структурных элементов $\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3, \dots$ множества Σ определим отношением порядка между подмножествами инструментальных средств:

$$\Omega_1 \subseteq \Omega_2 \subseteq \Omega_3 \subseteq \dots,$$

где

$$\Omega_1 = \bigcup^{\Sigma_1} (G(\Sigma_1)), \Omega_2 = \bigcup^{\Sigma_2} (G(\Sigma_2)), \dots$$

Имеющийся опыт позволяет составить на основе технологий (получивших название «Декон-изопрэис») достаточно полный список модулей, которые могут быть использованы в системе поддержки принятия решений по кредитованию инвестиционных проектов.

1. Выработка совместных взглядов инвестора и управляющей компании по вопросам кредитования физических и юридических лиц (M1).

2. Экспресс-анализ эффективности проектов по данным клиентов с целью предварительного прогноза возможного варианта кредитования (M2).

3. Выдача клиентам пакетов рекомендаций по доработке проектов в направлении более предпочтительных вариантов кредитования (M3).

4. Проектный анализ по данным экспертизы согласно требованиям меморандума группы THOR с целью определения реального варианта кредитования (M4), соответствующего совместным взглядам инвестора и управляющей компании.

5. Выдача клиентам пакетов детальных рекомендаций по приведению совокупности параметров проектов в состояния, адекватные желаемым вариантам кредитования (M5).

6. Оценивание текущей стоимости проекта на основе стоимостных параметров выполненных работ (M6).

7. Определение допустимых вариантов кредитования на этапах сопровождения проектов по критерию их текущей стоимости (M7).

8. Поддержка управленческих решений по оптимальному извлечению прибыли из строящихся и готовых объектов недвижимости (М8).

9. Оптимизация финансовых потоков при управлении портфелем объектов недвижимости (М9).

10. Сопровождение продуктов технологии вслед за меняющимися предпочтениями участников бизнес-процессов (М10) (функционально присутствует в каждом модуле).

Система поддержки принятия решений по кредитованию инвестиционных проектов представлена в виде концептуальной схемы взаимодействия участников бизнес-процессов на рис. 5.15.

Преимущества предложенной системы поддержки принятия решений по кредитованию инвестиционных проектов на основе технологии «Декон-изопрайс» можно сформулировать следующим образом.

1. Повышение эффективности бизнес-процессов поднятием уровня обоснованности принимаемых решений посредством комплексного учета всех существенных факторов в соответствии со степенью их влияния на конечный результат, снижения рисков и уменьшения возможностей манипулирования данными.

2. Повышение привлекательности инвестора удержанием клиентов в системе кредитования до достижения обоюдовыгодного соглашения по реализации предложенных ими проектов с целью расширения объемов прибыльного финансирования без увеличения степени риска во всех фазах жизненного цикла.

3. Целостность методического и инструментального сопровождения на всех стадиях кредитования бизнес-процессов.

4. Возможности оптимизации процедур наполнения и расходования финансовых ресурсов инвестора.

5. Ведение метрического базиса по всем вопросам поддержки и сопровождения бизнес-процессов, включая аспекты человеческого фактора.

6. Структурированность создаваемых систем поддержки принятия решений при управлении бизнес-процессами по принципу

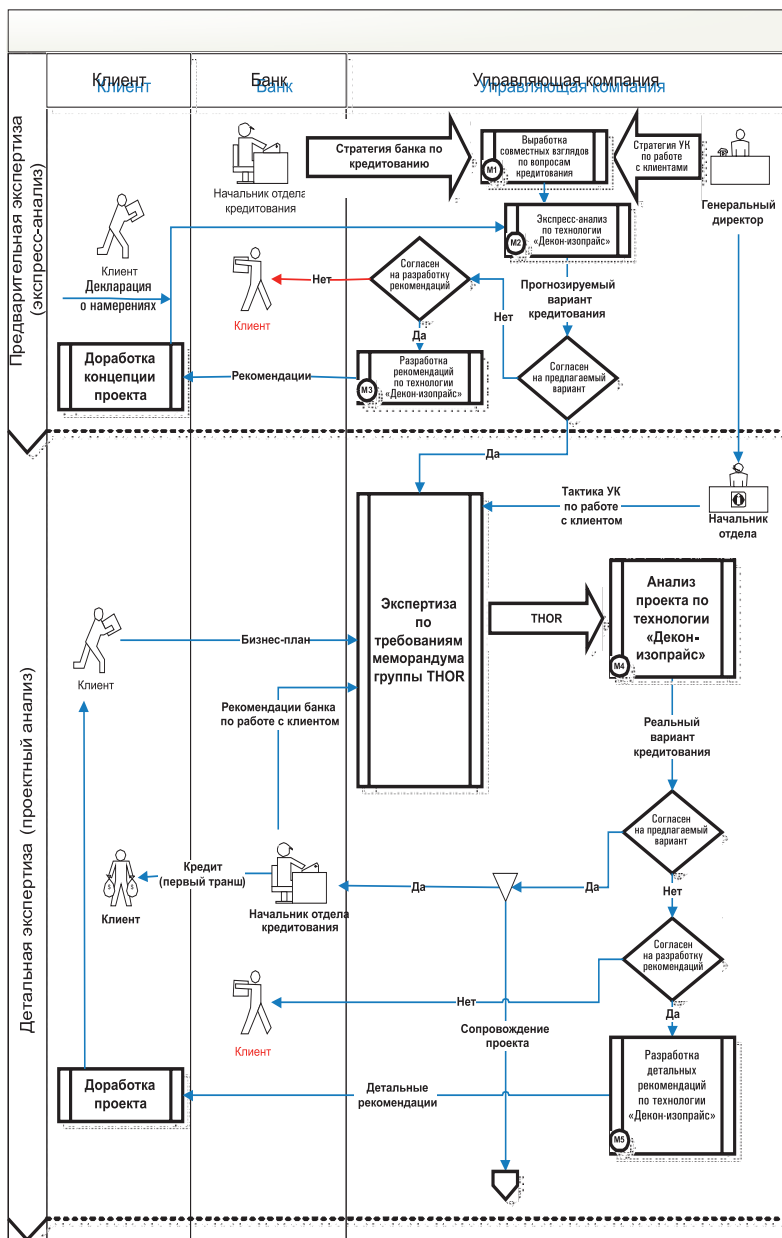


Рис. 5.15. Концептуальная схема взаимодействия участников бизнес-процесса

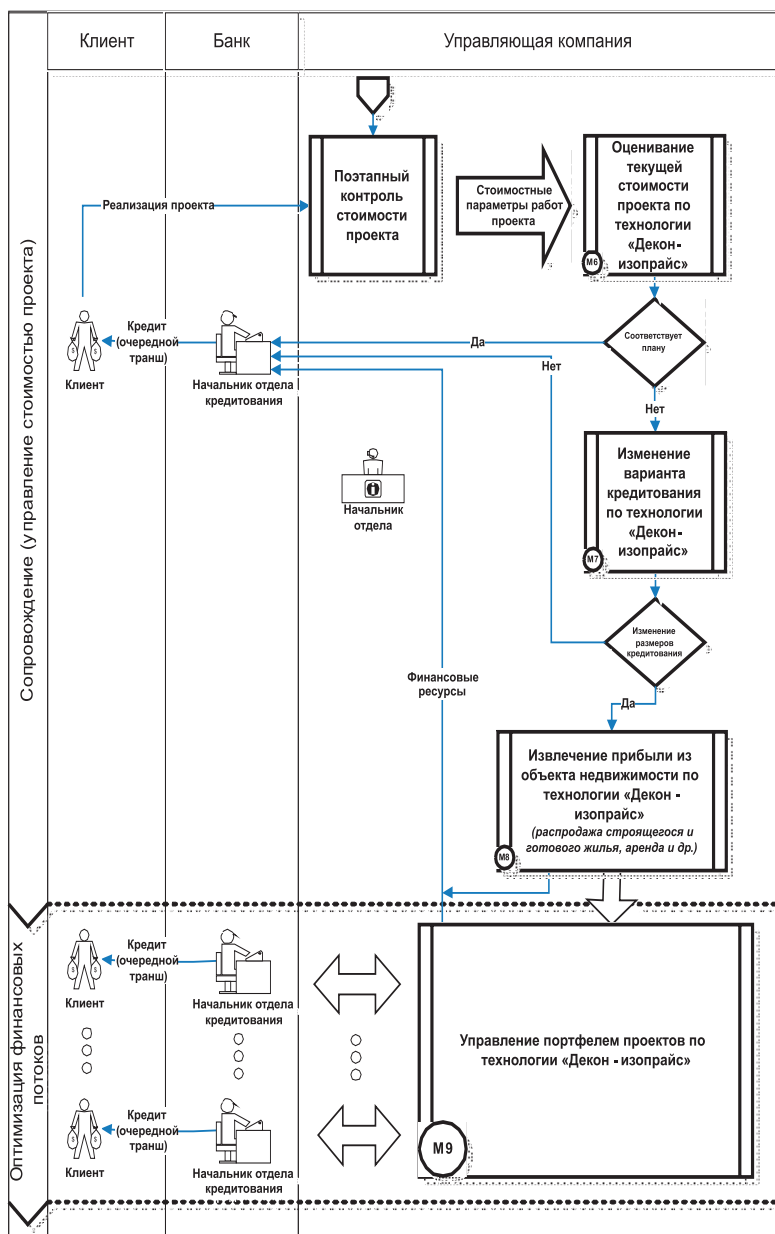


Рис. 5.15. Окончание

вложенности, что позволяет последовательно осуществлять их разработку на каждой стадии внедрения:

- предварительная экспертиза (экспресс-анализ);
- детальная экспертиза (проектный анализ);
- сопровождение (управление стоимостью проекта);
- оптимизация финансовых потоков и др.

При этом каждой стадии предшествует создание соответствующих «Концептуальной схеме взаимодействия участников бизнес-процесса» инструментальных средств по технологии «Декон-изопрайс», их отладка и сопряжение с остальными компонентами модели в соответствии с табл. 5.6.

Таблица 5.6

Операции технологии «Декон-изопрайс»		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Конструирование МКО	1	Конструирование дерева комплексного оценивания (КО)									
	2	Синтез матриц свертки (моделирование предпочтений)									
	3	Разработка функций приведения к стандартной шкале КО									
	4	Разработка функции выведения комплексной оценки									
	5	Построение композиции механизмов комплексного оценивания (МКО)									
	6	Сравнительный анализ процессов свертки частных критериев нескольких объектов оценивания									
	7	Увеличение ранга МКО ветвлением вершин									
	8	Расширение класса канонических матриц свертки переходом к непрерывной шкале их наполнения									

Окончание табл. 5.6

Операции технологии «Декон-изопрайс»			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
	9	Сопряжение МКО с другими компонентами концептуальной схемы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Функционирование МКО	1	Вычисление комплексной оценки в рабочей точке	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	2	Построение функций чувствительности в рабочей точке	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	3	Вычисление транзитивного замыкания (функции чувствительности нескольких переменных)			+		+		+	+	+	+
	4	Ранжирование нескольких объектов КО			+		+		+	+	+	+
	5	Формирование управлений по приведению комплексной оценки в область заданных значений			+		+		+	+	+	+
	6	Построение траекторий развития комплексных оценок во времени							+	+	+	+
	7	Документирование обстоятельств построения и функционирования МКО	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	8	Поиск равновесных состояний в композиции МКО	+						+		+	+
	9	Качественное описание диапазона варьирования комплексной оценки		+		+		+		+	+	+
	10	Построение нейронных схем на основе МКО		+		+		+		+	+	+
	11	Прогнозирование проекций МКО в многомерном пространстве			+		+		+	+	+	+
	12	Обмен данными МКО с другими компонентами концептуальной схемы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Данные этой таблицы удовлетворяют сформулированным выше признакам наличия свойств достаточности инструментальных средств и вложенности структурных элементов в системе поддержки принятия решений.

5.5. Управление распродажей строящегося жилья для решения задачи финансирования строительства из средств дольщиков

В разделе обсуждаются проблемы применимости метода комплексного оценивания к задачам оптимизации управления растущим строительным рынком на основе научно обоснованного прогнозирования кривой спроса.

Укладываемый в рамки рассмотренной модели рынок строящегося жилья существенно отличается от других рынков товаров и услуг.

1. Спрос на конкретное строящееся жилье имеет ярко выраженную положительную динамику и формируется на основе:

- привлекательности застройки,
- более низких цен в сравнении с сектором завершенных новостроек,
- уровня доверия покупателя к ожидаемому событию окончания строительства данного объекта недвижимости,
- покупательской способности потенциальных владельцев жилой собственности.

2. Предложения на данном секторе рынка со стороны управляющей компании формируются в условиях:

- большой неопределенности кривой спроса;
- динамически меняющейся стратегии достижения коммерческой цели (извлечения максимальной прибыли за минимальное время);
- последовательности локальных задач (этапов) распродажи, решением которых всегда является триада: требуемый объем выручки, выставаемый объем продаж и цена за один квадратный метр жилья. Последние два парамет-

ра рассматриваются в иллюстративном плане как основные управляемые факторы.

Следствием указанных особенностей рынка строящегося жилья является риск возникновения издержек управляющей компании в связи с принятием неоптимального решения на каждом этапе распродажи. Поясним это на примере.

Продажа дольщикам строящегося жилья производится управляющей компанией (УК) поэтапно (помесячно) для решения двух основных задач:

- обеспечение за счет средств дольщиков (собственные средства УК ограничены) на каждом этапе $i \in \overline{1, i_{\max}}$, $i_{\max}$ — последний, завершающий месяц стройки, согласованного с предпочтениями УК объема финансирования строительной компанией S_i^+ ;
- минимизация общего объема продаж строящегося жилья к моменту завершения строительства с целью максимизации прибыли УК от распоряжения оставшегося в ее ведении построенного жилого фонда.

Первая задача решается выполнением условия (функция спроса $x_i(S_i^+, x_{\text{ц}})$) на рис. 5.16)

$$x_{\text{ц}}^+ x_i^+ > S_i^+, \quad (5.1)$$

где $x_{\text{ц}}^+$ — заявленная УК на торгах цена 1 м², x_i^+ — планируемый объем продаж.

Для известной функции спроса $x(x_{\text{ц}})$ вторая задача предполагает нахождение оптимального решения $(x_{\text{ц}}^{\text{opt}}, x^{\text{opt}})$ на пересечении обеих функций и означает получение выручки от продаж в строго требуемом количестве

$$S^+ = x_{\text{ц}}^{\text{opt}} \cdot x^{\text{opt}} \quad (5.2)$$

при минимальном объеме продаж по максимально возможной цене, при которой каждый выставляемый на продажу метр площади найдет своего покупателя.

Однако функция спроса неизвестна ввиду отсутствия достаточной статистики, и поэтому гарантированно утверждать, что

принимаемое решение оптимальное ($x_{\text{ц}}^+ = x_{\text{ц}}^{\text{opt}}, x^+ = x^{\text{opt}}$), без достаточного основания нельзя.

Если же принимаемое решение не является оптимальным ($x_{\text{ц}}^+ \neq x_{\text{ц}}^{\text{opt}}, x^+ \neq x^{\text{opt}}$), то последствия такого решения неизбежно приводят к одной из двух форм издержек УК:

- 1) $x'_{\text{ц}} < x_{\text{ц}}^{\text{opt}}, x'_i > x_i^{\text{opt}}$.

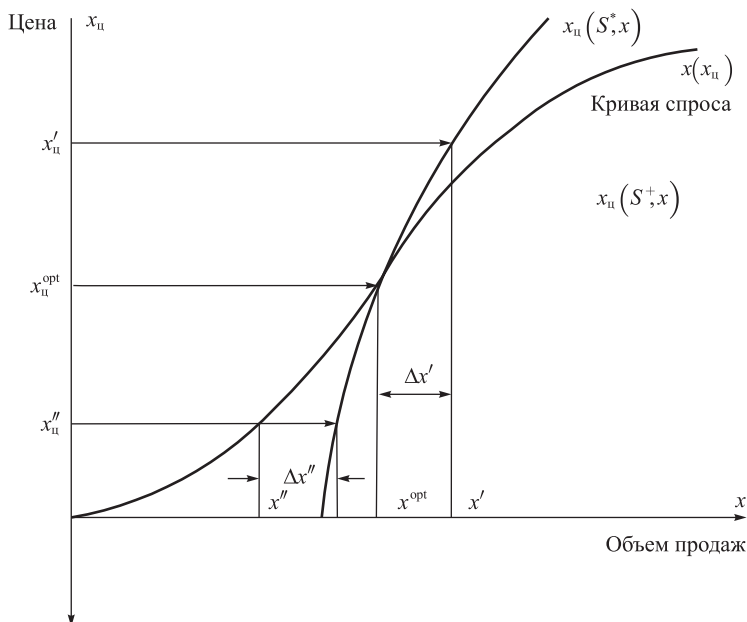


Рис. 5.16. Основные виды издержек управляющей компании в случае принятия неоптимальных решений

Следствием такого вида неоптимального решения является несвоевременная распродажа «излишнего» объема жилой площади в размере

$$\Delta x' = x' - x^{\text{opt}}, \quad (5.3)$$

что приведет к экономическим издержкам на заключительном этапе проекта:

$$\Delta S' = \Delta x' (x_{\text{ц}}^{\text{max}} - x'), \quad (5.4)$$

где $x_{ц}^{\max}$ — цена жилой площади после завершения строительства;

$$2) x'_{цi} > x_{цi}^{opt}, \quad x'_i < x_i^{opt}.$$

Следствием такого вида неоптимального решения является невозможность осуществления требуемого объема продажи жилой площади для финансирования строительства из-за отсутствия достаточного спроса. Непроданным остается жилье в размере

$$\Delta x'' = \frac{S^+}{x''_{ц} - x''}, \quad (5.5)$$

что приведет к дефициту средств в размере

$$\Delta S'' = S^+ - \Delta x'' \cdot x''_{ц}. \quad (5.6)$$

Таким образом, отсутствие адекватных моделей спроса на строящееся жилье снижает экономическую эффективность управления поэтапной продажи строящегося жилья. Отсутствие достаточной статистики делает необходимым поиск альтернативных путей моделирования динамики спроса. Перспективным представляется апробированная на практике методика построения искомой модели на основе механизмов комплексного оценивания, использующих в своей основе экспертную информацию.

Регулируемой величиной системы управления объектом является уровень спроса на жилье x_i , который зависит от цены и должен обеспечивать график финансирования строительства (предпочтения УК — центра) за счет средств частных инвесторов (дольщиков — агентов).

Пусть гипотеза о динамике предпочтений частного инвестора на каждом выделенном этапе строительства (очередная распродажа жилья) описывается семейством кривых спроса, полученных на основе моделирования рефлексий агента методом комплексного оценивания. Каждая кривая спроса представляет собой проекцию свертки как функции двух переменных при фиксированном значении уровня завершенности строительства X_c согласно ежемесячным вертикалям $i = 1-16$ (рис. 5.17). Это означает, что объем ожидаемых в соответствии с прогнозируемым спросом продаж представляется в принятой для матриц свертки шкале 1–4. Приведение комплексной оценки к размер-

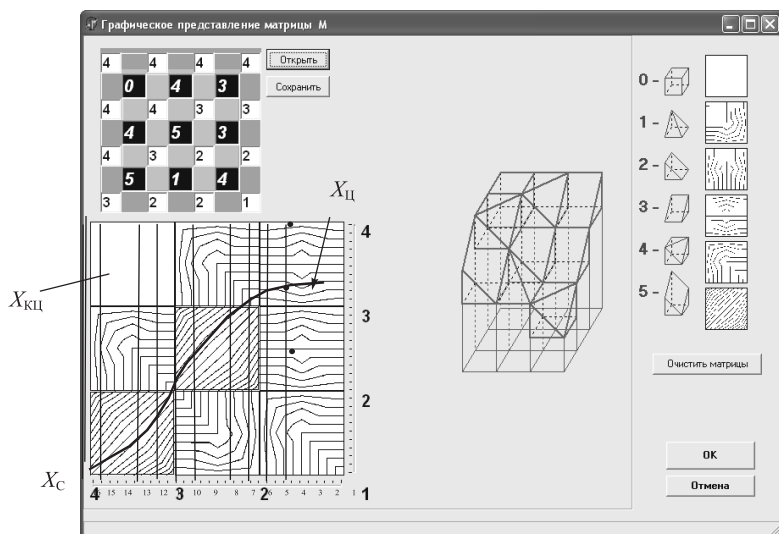


Рис. 5.17. Рефлексивная модель динамики спроса на строящееся на жилье в функции степени завершенности строительства $X_{Ц}$ (X_C)

ности объема продаж как физического параметра (m^2) возможно только в процессе наблюдений (торгов).

Решаемая прикладная задача является частным случаем для модели принятия решений (рис. 1.6). Предпочтения Центра, известные исследователю, доступны для адекватного моделирования и содержат достаточно информации для определения необходимой Центру последовательности траншей S_i^+ . Принятие (суб)оптимального решения Центром на каждом шаге распродаж означает формулировку условий торгов $x_{ци}^+$. Для известной функции спроса $x_i(x_{ци})$ это соответствует установке второго параметра торгов — $x_i^+(x_{ци}^+)$. Решение агента (дольщиков) прогнозируется на основе его предпочтений, воспринимаемых Центром в модели (см. рис. 1.6) рефлексией $\hat{x}_i(x_{ци})$, в условиях неопределенности и отличающихся от действительных предпочтений агента.

Проводимые торги (наблюдения) по расхождению ожидаемых Центром решений агента и его реальных действий предоставляют достаточную информацию для уточнения модели агента.

Идентификация кривых спроса на строящееся жилье заключается в привязке качественной шкалы итоговой матрицы X к шкале метрической x_i и осуществляется в следующей последовательности, иллюстрируемой на основе реальных данных.

На первом шаге продажная цена жилья устанавливается в размере 26 тыс. руб./м² экспертно без достаточного обоснования: точка принятия решения 1 на рис. 5.18, лежащая на кривой очередного транша (19 млн руб.).

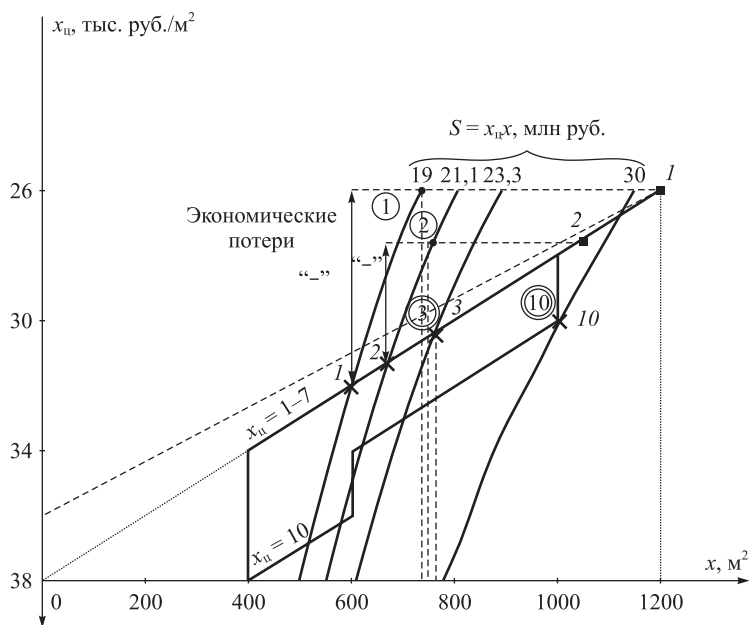


Рис. 5.18. Управление продажами квартир строящегося дома: ○ — принятие решения; x — оптимальное решение; ■ — реальный вопрос; ⊙ — принятие оптимального решения

Нерациональность решения приводит к экономическим потерям, размеры которых выяснятся только после идентификации кривой спроса сопоставлением данного решения с оптимальным решением 1 . Результаты торга (наблюдения) идентифицируют точку реального спроса 1 .

На втором шаге принятие решения (28 тыс. руб./м²) осуществляется выбором точки пересечения кривой следующего транша (21,1 млн руб.) и гипотетической кривой спроса (пунктирная линия), проходящей через известную точку реального спроса 1. Экономические потери принятого решения впоследствии могут быть оценены его сравнением с оптимальным решением 2. Результаты торга (наблюдения) определяют точку реального спроса 2. Это позволяет идентифицировать кривую спроса, полагая, что полученная кривая спроса в области принятия решений имеет линейную форму.

На третьем шаге становится возможным принятие оптимального решения 3. В случае нелинейности кривой спроса завершение процесса ее идентификации может потребовать большего числа шагов.

В приведенном примере полагалась неизменность кривой спроса на протяжении нескольких торгов (наблюдений). В действительности уже на десятом шаге реальная кривая спроса существенно отличалась от своего первоначального вида, что потребовало учета данного факта при принятии оптимального решения 10. Таким образом, предложенная процедура идентификации кривой спроса имеет методическую ошибку, обусловленную предположением о ее слабой динамике на интервале достаточного числа наблюдений. Уменьшение методической ошибки может быть достигнуто выбором частоты наблюдений (торгов) до уровня ε -оптимальности при условии их физической реализуемости. Описанная процедура идентификации способна обеспечить и определенную адекватность рефлексивной модели спроса для семейства систем данного класса.

Построение достаточно точных приближений модели спроса к реальным кривым спроса обеспечивает гарантированное повышение экономической эффективности управления процессом распродаж за счет установления (суб)оптимальных значений основных управляющих факторов x , x_d . На приведенных графиках (рис. 5.19) динамика кривой спроса не превышает 3–5 % за этап, что делает вполне приемлемой величину методической ошибки оптимизации.

Преимуществами предлагаемого подхода к управлению распродажей строящегося жилья на основе моделирования

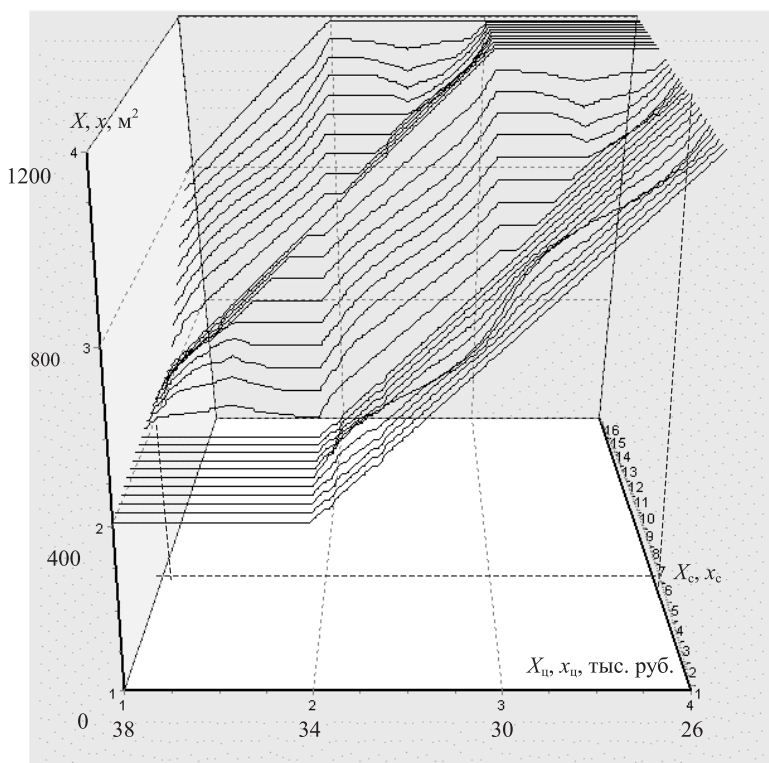


Рис. 5.19. Динамика функций спроса в зависимости от уровня завершенности строящегося жилья

предпочтений участников строительного рынка являются следующие.

1. Снижение экономических потерь (упущенной выгоды) за счет параметрической идентификации и прогнозирования реальной функции спроса, позволяющей принимать оптимальные или близкие к оптимальным решения.

2. Документируемое обоснование принимаемых решений, необходимое для последующего детального анализа и совершенствования методики.

3. Возможности оптимизации графиков распродажи строящегося жилья с целью удержания их в области принятия (суще-

ствования) оптимальных решений, максимизирующих совокупную прибыль управляющей компании.

Эффективность данного подхода свидетельствует о возможности его развития в направлении расширения состава управляющих параметров и о перспективности использования механизмов комплексного оценивания в рыночных моделях.

5.6. Методика обоснования технического задания на разработку конкурентоспособной продукции

Обоснование технического задания на разработку конкурентоспособной продукции является важнейшим звеном при определении стратегии развития предприятия в условиях жесткой конкуренции и быстроменяющихся предпочтений потенциальных потребителей. Естественно, что предприятие заинтересовано в наиболее полном использовании имеющегося у него инновационного потенциала.

Однако качественное решение этой проблемы сталкивается с учетом многих факторов, характерных для многокритериальных задач, для которых традиционные методы, например, связанные с принятием Парето-решений, не предоставляют проект-менеджеру достаточно удовлетворительной поддержки. Действительно, выбор решения проект-менеджером должен осуществляться с учетом предпочтений заказчика по качеству продукции, возможностей конкурентов и состояния рынков.

Математическую постановку данной научной проблемы можно формализовать следующим образом.

Введем обозначения:

X_{Θ} — показатель качества базового объекта;

X^n — показатель качества объекта на стадиях его развития,

где $n = 0, 1, 2, \dots$;

$X_i^n, i \in I$ — множество значений частных критериев качества объекта;

$X^n(X_1^n, \dots, X_{|I|}^n)$ — функция свертки частных критериев

в комплексный показатель;

Z — множество средств повышения качества объекта;

$B(Z) = B_Z$ — множество подмножеств средств из B ;

$\rho^B \in B_Z$ — подмножество средств из B_Z ;

$X_i^n(\rho^B)$ — значение частного критерия;

B_Z^2 — множество возможных наборов подмножеств средств из B_Z ;

ε^Z — набор подмножеств средств из B_Z^2 .

Пусть установлен кортеж потребных значений показателя качества объекта на стадиях его развития (траектория) $\bar{X} = \bar{X}^0, \bar{X}^1, \dots, \bar{X}^K$. Необходимо установить такой набор подмножеств средств $\bar{\varepsilon}^Z$, который для каждой стадии развития n предлагает подмножество средств $\bar{\rho}^Z$, дающее наилучшее приближение $X^n(\bar{X}_1^n(\bar{\rho}^Z), \dots, \bar{X}_{|I|}^n(\bar{\rho}^Z)) \rightarrow \bar{X}^n$, или, в виде предиката,

$$(\forall \bar{X}^n \in \bar{X})(\exists \bar{\rho}^Z \in \bar{\varepsilon}^Z)P(X^n(\bar{X}_1^n(\bar{\rho}^Z), \dots, \bar{X}_{|I|}^n(\bar{\rho}^Z)) \rightarrow \bar{X}^n). \quad (5.7)$$

Отсюда вытекают частные задачи исследования:

- разработать модели и методы перечисления множества Z ;
- разработать методику построения кортежа (траектории) развития объекта в интересах заказчика;
- построить процедуру нахождения решения предиката (5.7);
- создать инструментальные средства поддержки принятия решения.

Поддержку принятия решений проект-менеджером предлагается осуществлять моделированием его предпочтений на уровне комплексного оценивания. Пусть на этапе анализа состояния предприятия получены следующие значения показателей продукции, показанные в табл. 5.7: $\tilde{X}_{\text{стм}}$ — стоимость; $\tilde{X}_{\text{мгх}}$ — массогабаритные характеристики; $\tilde{X}_\varepsilon$ — эксплуатационные характеристики.

Алгоритм комплексного оценивания продукции предприятия состоит в следующем.

1. Получение экспертной оценки для каждого критерия и приведение значений этих критериев к стандартной шкале [1, 4] с использованием функций приведения (функция приведе-

ния критерия стоимости представлена на рис. 5.20, а общие данные по приведению в табл. 5.8).

Таблица 5.7

№ п/п	Группа видов продукции		
	Стоимость (у. е.)	МГХ (у. е.)	$P_{бсб}^{z_i}$
1	10,1	10	0,4
2	11,2	125	0,43
3	10,9	130	0,32
4	14,56	128	0,38
5	12	122	0,41
6	13	111	0,52
7	14,1	123	0,46
8	15	132	0,42
9	11,4	100	0,39
10	10,2	102	0,43
11	10,8	114	0,41
12	11,9	120	0,35

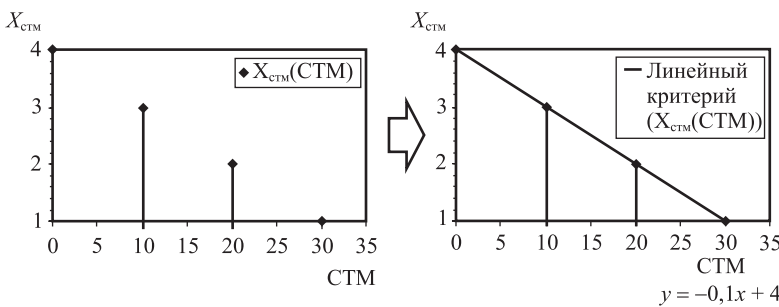


Рис. 5.20. Приведение значений критерия стоимости (СТМ) к стандартной шкале

2. Построение дерева оценивания (рис. 5.21): $\tilde{X}_{ст}$ — свертка показателей $\tilde{X}_{STM}$ и $\tilde{X}_{МГХ}$, а $\tilde{X}_{П}$ — комплексная оценка.

3. Моделирование предпочтений заказчика конструированием матриц свертки (рис. 5.22).

Таблица 5.8

№ п/п	Группа видов продукции № 1 (приведенные значения критериев)				
	$\tilde{X}_{\text{сгм}}$	$\tilde{X}_{\text{мгх}}$	$\tilde{X}_3$	$\tilde{X}_{\text{см}}$	$\tilde{X}_{\text{п}}$
1	2,99	3,8	2,17936	3,8	2,18314
2	2,88	1,5	2,269567	2,81	2,26956
3	2,91	1,4	1,938808	2,87	1,93425
4	2,544	1,44	2,119222	2,54	2,17973
5	2,8	1,56	2,209429	2,74	2,22132
6	2,7	1,78	2,540188	2,7	2,54018
7	2,59	1,54	2,359774	2,57	2,38760
8	2,5	1,36	2,239498	2,5	2,32386
9	2,86	2	2,149291	2,86	2,14929
10	2,98	1,96	2,269567	2,98	2,26956
11	2,92	1,72	2,209429	2,9	2,20942
12	2,81	1,6	2,029015	2,76	2,03679

Результаты вычислительного эксперимента размещены в табл. 5.8 и отображены на рис. 5.23.

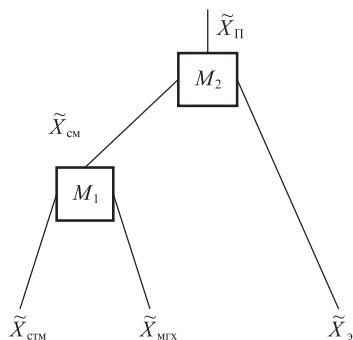


Рис. 5.21. Дерево комплексного оценивания типов производимой продукции

Для принятия решения о выборе предпочтительного вида продукции проект-менеджеру необходимо учесть время соответствующей технологической наладки производства, которое может повлиять на последовательность реализуемых проектов модернизации выпускаемого товара. С этой целью на топологии матриц свертки строятся области допустимых значений показателей продукции

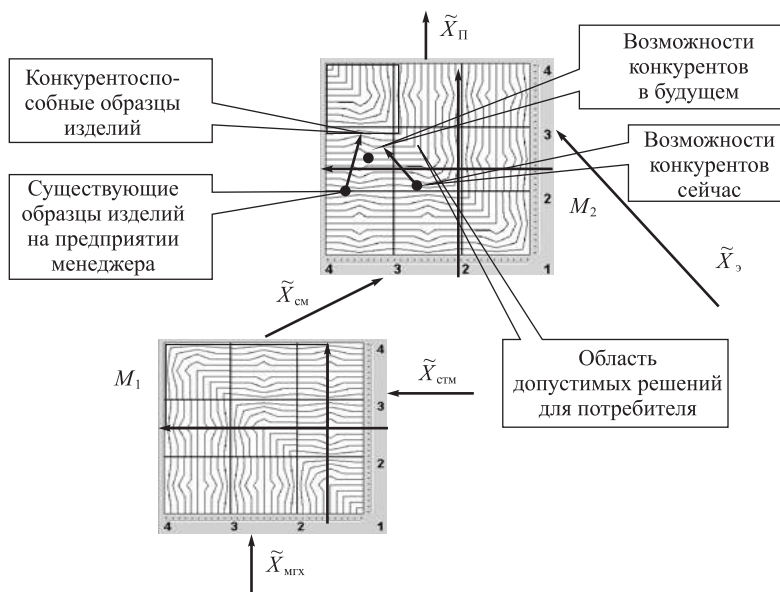


Рис. 5.22. Синтезированный механизм комплексного оценивания

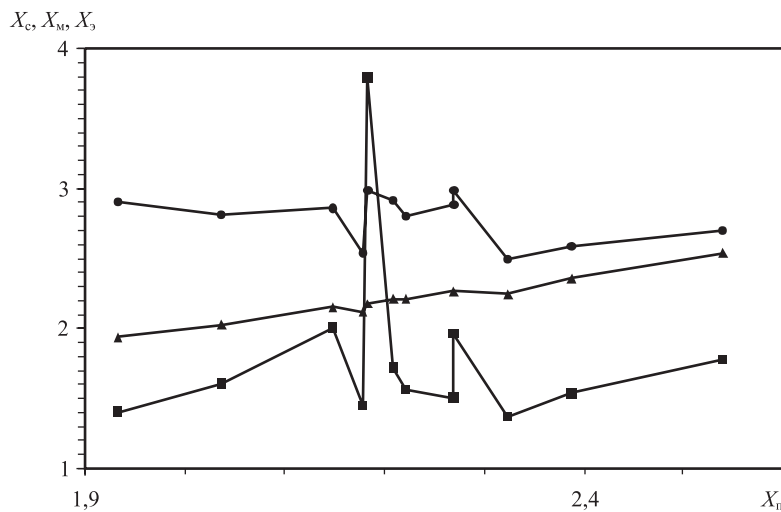


Рис. 5.23. Экспериментальные данные о зависимости качества продукции от значений частных параметров

$$\tilde{X}_{\Pi} > \tilde{X}_{\Pi}(\tilde{X}_{\text{С}}^3, \tilde{X}_{\text{М}}^3, \tilde{X}_{\text{Э}}^3) = \tilde{X}_{\Pi}(\tilde{X}_{\text{СМ}}(\tilde{X}_{\text{С}}^3, \tilde{X}_{\text{М}}^3), \tilde{X}_{\text{Э}}^3),$$

области ожидаемых значений показателей конкурентной продукции $\tilde{X}_{\Pi} > \tilde{X}_{\Pi}^{\text{К}}$ и конкурентоспособной продукции $\tilde{X}_{\Pi} > \tilde{X}_{\Pi}^{\text{К}}$.

Предложенная методика предоставляет новые возможности для решения задач производственного менеджмента:

- моделью описывается полное гипотетическое множество технических заданий на выпуск конкурентоспособной продукции;
- предоставляется алгоритм определения принадлежности каждого нового образца продукции к множеству конкурентоспособных проектов;
- среди произвольного подмножества образцов новой конкурентоспособной продукции легко устанавливается абсолютный приоритет;
- появляется возможность построения временной траектории развития (ряд) перспективных образцов конкурентоспособной продукции, вырисовывается технология определения решающих направлений (ключевых параметров) совершенствования продукции.

С использованием данной методики выбор решения проект-менеджером осуществляется с учетом предпочтений заказчика к качеству продукции, возможностей конкурентов и состояния рынков.

5.7. Модели и методы исследования образовательных систем

Главной целью исследования образовательных систем можно считать нахождение педагогических условий, обеспечивающих максимальную эффективность процессов обучения.

Образовательные системы, состоящие из обучаемых (учеников), обучающихся (учителей) и инфраструктуры (подсистемы обслуживания учебного процесса), относятся к классу сложных систем. Они отличаются структурной сложностью, определяемой числом их состояний, разнообразием связей между ними и количеством иерархических уровней восхождения по ступеням позна-

ния, сложностью функционирования (поведения), т. е. правилами перехода из состояния в состояние, и сложностью выбора поведения в многоальтернативных учебных ситуациях, характеризующих целенаправленностью и гибкостью системы при недостаточной определенности педагогических условий. Сложные системы исследуются с позиций системного подхода, одним из основных принципов которого является принцип многомодельности, устанавливающий для каждого класса моделей свою гносеологическую нагрузку. Для образовательного процесса, как правило, модели обслуживаются экспертной (нечеткой) информацией.

Определяющими показателями эффективности (качества) образовательного процесса следует считать степень его устойчивости на этапах достижения частных целей обучения и соответствия сформулированным квалификационным характеристикам. Первый показатель описывает локальную эффективность — эффективность использования текущего учебного времени, второй — глобальную направленность образовательного процесса на овладение обучающимися конкретной специальностью (профессией). Из обоих показателей эффективности складывается качество образовательного процесса. Отсюда вытекает центральная роль педагога в образовательном процессе: последовательное предложение обучаемому на выбор тех, и только тех, частных целей обучения, которые рационально ведут его к погружению в сформулированную предметную область и достаточно строго соответствующую подготовленности респондента к усвоению нового учебного материала. Это ставит задачу систематического контроля уровня определенных знаний, стимулирующего ученика возможностью продолжить участие в образовательном процессе.

Для исследования локальной устойчивости учебно-образовательного процесса построим его упрощенную модель на принципах итеративного научения:

$$z_i = 1 - \exp(-kf_i(z_{i-1})t), \quad (5.8)$$

где $z_i \in [0, 1]$ — полуинтервал (вследствие неисчерпаемой предметной области) уровня обучения ученика на i -м этапе; k — педагогические условия, включающие его индивидуальные способности к обучению; $f_i(z) \in [0, 1]$ — характеристика влия-

ния уровня предшествующих знаний обучаемого на локальную эффективность i -го этапа обучения.

Локально устойчивый образовательный процесс обеспечивает на каждом этапе заданный уровень обучения: $z_i \geq z_c$.

Для тривиального случая

$$-z_i = z_{i-1} = f_i(z) = z_c.$$

Из (5.8) имеет место выражение, устанавливающее минимальную трудоемкость этапа:

$$t_c = \frac{\ln(1 - f(z_c))}{kz_c}. \quad (5.9)$$

Можно показать, что для фиксированной пары (z_c, t_c) , зависящей от педагогических условий k и вида функции $f(z_c)$, наблюдается сходимость уровня обучения $z_{i \rightarrow \infty} \rightarrow z_c$. При начальных отклонениях (возмущениях): $|z_0 - z_c| > 0$.

При обычной дневной форме обучения трудоемкость каждого этапа устанавливается одинаковой для обучаемых с различными значениями параметра k из расчета на некоторый средний уровень t_c , в результате чего возникают то неоправданные потери учебного времени, то негативно проявляющее себя в дальнейшем снижение уровня обучения.

При адаптированной дистанционной форме обучения появляется возможность оптимального выбора трудоемкости этапа обучения исходя из контекстных педагогических условий.

Адаптированность в данном случае может означать следующее:

- установление по методике программированного обучения состава и последовательности локальных мезо- и макропроцессов обучения согласно свойству фрактальности предметной области;
- экспертное обоснование и оценка логических связей между этапами, например, с использованием механизмов комплексного оценивания;
- управление переходом от этапа к этапу по критерию готовности согласно установленному ранее уровню педаго-

гических условий и с учетом активности обучаемых как элементов организационной системы.

Совокупность востребованных для придания адаптированности дистанционной форме обучения моделей и методов представлена на рис. 5.24.

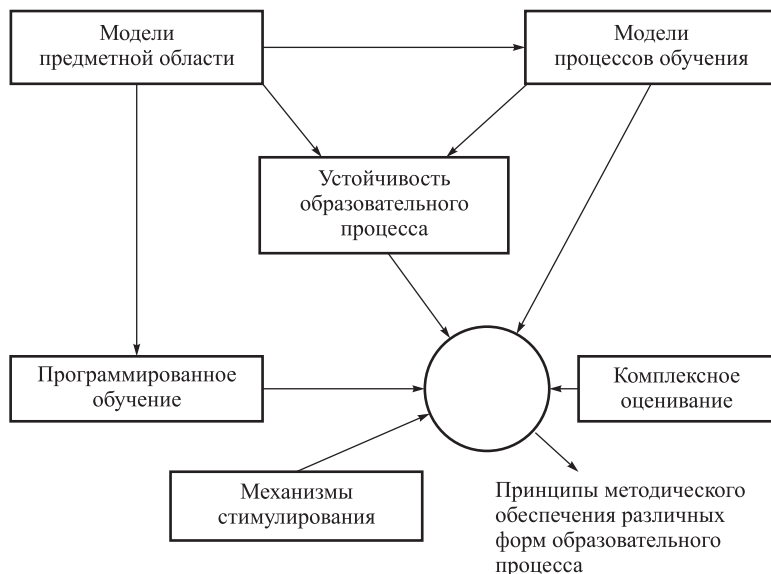


Рис. 5.24. Структура моделей и методы обслуживания дистанционной формы обучения

Целенаправленное развитие дистанционной формы обучения в рамках перечисленных средств научного исследования способно раскрыть огромный потенциал, заложенный в новых возможностях индивидуального подхода, предоставленных современными информационными технологиями.

5.8. Моделирование критических ситуаций на рынке недвижимости

Установление закономерностей функционирования рынка недвижимости и характера взаимодействий его основных участ-

ников посредством моделирования их предпочтений, определение условий качественных и количественных изменений состояния рынка — актуальные задачи современных экономических исследований.

Исследуя поведение участников рынка, необходимо достичь следующих целей:

- выявить предпочтения участников рынка;
- объяснить, почему субъектами принимаются те или иные решения;
- как формируется спрос на различные виды благ;
- как формируется предложение — решение фирм об объемах и способах производства;
- как субъекты рынка приспосабливаются к меняющимся условиям рынка.

В качестве методологической базы моделирования объекта исследования выбрана технология комплексного оценивания с использованием бинарных деревьев целей (критериев) и топологии матриц нечеткой свертки в виде семейства линий одинаковой цены (изопрайс).

Процедура исследования естественным образом разбивается на этапы:

- расширение класса матриц нечеткой свертки на случай нечеткой функции нечетких аргументов для моделирования катастрофических ситуаций и областей бифуркации;
- разработка математических и программных моделей многофакторных функций спроса и предложения;
- моделирование рыночного пространства наложением предшествующих моделей в широком диапазоне предпочтений участников рынка;
- исследование рынка недвижимости в рамках поставленной цели.

Поведение действующих на рынке субъектов взаимообусловлено и многофакторно. Ключевым моментом моделирования следует считать представление многофакторных функций спроса и предложения, которое является главным предметом обсуждения в данном разделе.

Пусть факторами детерминанта спроса (предпочтения покупателей) являются:

P^d — цена покупки 1 м² недвижимости основного вида;

$(P_1^s, \dots, P_n^s)$ — цены на иные виды недвижимости, заменяющие основной вид недвижимости (найм, аренда, субаренда, покупка и т. д.);

$(P_1^c, \dots, P_m^c)$ — цены на услуги, дополняющие данное благо в потребление: налоги, содержание, развитие недвижимости и т. д.;

Y — доход потребителя, выделяемый им для покупки данной недвижимости;

Z — вкусы и предпочтения потребителя недвижимости как блага;

N — объективные, естественные (внешние) условия потребления (окружающая среда, климат, внешнее окружение);

E — ожидания потребителей (динамика законодательства, изменение внешних условий, тенденции рынка и т. д.).

В общем виде функция спроса есть функция многих переменных:

$$Q^d = F(P^d, P_1^s, \dots, P_n^s, P_1^c, \dots, P_m^c, Y, Z, N, E).$$

Сокращение числа принимаемых во внимание факторов диктуется целями моделирования. На данной методологической основе можно предложить следующий, в перспективе расширяющийся, ряд моделей функции спроса.

$Q_1^d = F_1(P^d, Z)$ — для описания зависимости спроса от цены и привлекательности объекта недвижимости (семейство кривых спроса по уровням привлекательности) — соответствие цены размеру благ.

$Q_2^d = F_2(P^d, Y)$ — для описания зависимости спроса от цены и дохода потребителей (семейство кривых спроса по уровням дохода).

$Q_3^d = F_1(F_2(P^d, Z), Z)$ — для описания зависимости спроса от композиции цены и дохода потребителей с привлекательностью объекта недвижимости.

$Q_4^d = F_2(F_1(P^d, Z), Y)$ — для описания зависимости спроса

от композиции сверток цены и привлекательности объекта недвижимости с доходом пользователя.

Наиболее перспективной моделью является Q_4^d , поскольку предложение в этой модели формируется от «соблазна» привлекательности, после чего меняется взгляд на потребную для этого долю дохода и другие виды ресурсов.

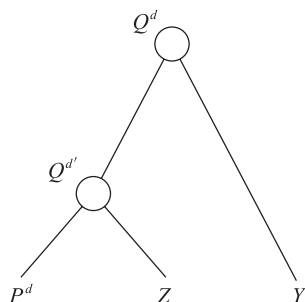


Рис. 5.25. Модель формирования функции спроса

Тогда модель (рис. 5.25) может быть принята базовой для некоторого семейства моделей спроса, где

$Q^{d'}$ — уровень спроса с учетом привлекательности товара;

Q^d — уровень спроса с учетом привлекательности и доступности по уровню дохода;

P^d — субституты P^s ;

Z — компоненты привлекательности (условия потребления N , цены на блага P^c);

Y — компоненты дохода (ожи-

дание потребителей E).

Пусть факторами детерминанта предложения (предпочтения поставщиков) являются:

P^s — цена за 1 м² минимально приемлемая для продавца базового объекта;

$(P_1^s, \dots, P_n^s)$ — цена товаров-субститутов (найм, аренда, субаренда, покупка и т. д.);

$(P_1^c, \dots, P_m^c)$ — цены на услуги, дополняющие данное благо в потребление: налоги, содержание, развитие недвижимости и т. д.;

C — издержки на производство и содержание до продажи;

T — налоги и субсидии;

N — объективные внешние (природные) условия производства;

E — ожидания производителей (динамика цен на ресурсы, законодательство, тенденции рынка).

В общем виде функция предложения есть функция многих переменных:

$$Q^s = F(P^s, P_1^s, \dots, P_n^s, P_1^c, \dots, P_m^c, C, T, N, E).$$

Сокращение числа принимаемых во внимание факторов диктуется целями моделирования. На данной методологической основе можно предложить в перспективе расширяющийся ряд моделей функции предложения (рис. 5.26):

$$Q_1^s = F_1(P, S),$$

$$Q_2^s = F_2(P, T),$$

$$Q_3^s = F_1(F_2(P, T), C),$$

$$Q_4^s = F_2(F_1(P, C), T).$$

Предметом исследований с помощью этих моделей могут быть чувствительность кривой спроса (предложения) к вариациям предложений (спроса); динамика кривой спроса (предложения) при известных временных изменениях предпочтений; возможные интервалы вариаций спроса (предложения) как транзитивные чувствительности пар (и более) предпочтений. Отсутствие равновесия между спросом и предложениями на рынке является

условием возникновения игровых ситуаций, среди которых особый интерес представляют критические ситуации. Этот тип неантагонистических игр приобретает новое прочтение в связи с привлечением к их описанию механизмов комплексного оценивания.

Совместное использование построенных семейств функций спроса и предложения приводит к композиции моделей, которые могут служить инструментом прогнозирования критических ситуаций на рынке недвижимости методом имитационного игрового моделирования.

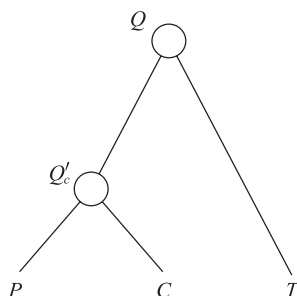


Рис. 5.26. Модель формирования функции предложения

5.9. Учет стратегий социально-экономического развития регионов при разработке земельного кадастра

Важнейший итог земельных преобразований в России — становление разнообразных форм земельных отношений, формирование рынка земельных участков и прочно связанной с ними недвижимости.

Осуществление земельной реформы ведет к увеличению социального, инвестиционного, налогового потенциала земли и превращению ее в мощный самостоятельный фактор экономического роста регионов и страны в целом.

Материальные оценки земель необходимы для ценового зонирования и проведения налоговой реформы, формирования справедливого налогообложения на базе реальной стоимости земельных участков.

Средние аукционные цены на государственные и муниципальные земли в городах и поселках при продаже гражданам для целей ИЖС составляют 17,7 тыс. руб./м².

Данные сделок с землей пока трудно использовать для оценки земель и налогообложения. В этих условиях особую общественную значимость приобретают проводящиеся Федеральной службой земельного кадастра РФ работы по государственной кадастровой оценке земель различных категорий, в ходе которых определяется кадастровая стоимость земельных участков. При этом кадастровая стоимость — расчетная величина, показывающая ценность земельного участка при существующем его использовании.

В современных условиях государственная кадастровая оценка основывается на классификации земель по целевому назначению и видам функционального использования.

На основании различных данных государственной кадастровой оценки земель поселений и проведенных расчетов можно сказать, что при установлении одинаковой ставки земельного налога размером в 0,1 % от кадастровой стоимости для всех видов функционального использования сбор земельного налога увеличится в 1,4 раза.

По полученным результатам можно сделать выводы о том, что местные органы власти получают инструменты для проведе-

ния гибкой налоговой системы, который позволит учитывать социальные факторы, стимулировать экономическое развитие территории.

Это может стать возможным благодаря тому, что разработанная методика позволит учитывать 14 видов функционального использования земель поселений, к которым относят земли под жилыми домами, домами индивидуальной застройки, гаражами, автостоянками и объектами торговли.

По каждому из 14 видов функционального использования земель поселений по кадастровым кварталам определяют кадастровую стоимость. В результате для каждого поселения создают 14 карт кадастровой оценки, на основании которых можно принять решение о стимулировании развития наиболее эффективных видов использования земель в конкретных кадастровых кварталах.

Но данная методика имеет недостатки, которые состоят в следующем:

1. Отсутствие возможностей отображения сложившейся в регионе политики развития территории конкретного субъекта.
2. Невозможность оценки влияния отдельных факторов на комплексную кадастровую стоимость.
3. Отсутствие механизма ранжирования участков земли по их привлекательности с позиций извлечения максимальной прибыли.
4. Низкая эффективность налогов на землю как механизм стимулирования и привлечения граждан в область эксплуатации земель.
5. Отсутствие обоснования вариантов активного воздействия человека на землю с целью увеличения ее кадастровой стоимости.

Для устранения указанных недостатков предлагается использовать методику комплексного оценивания кадастровой стоимости на основе деревьев критериев и матриц свертки, отражающих предпочтения местных органов власти. Одним из вариантов искомого механизма оценивания может служить программное решение, представленное на рис. 5.27, где особое внимание уделено наиболее значим факторам. Функциональные возможности подобного решения могут существенно увеличить социальный, инвестиционный, налоговый потенциал земли.

социально-экономическим развитием региона

Предлагается оригинальная модель управления интеграционными процессами, опирающаяся на аппарат комплексного оценивания. С ее помощью у региональных институтов власти появляется возможность гарантированно оказывать помощь тем интегрирующимся субъектам экономики, которые результатами своей деятельности способствуют повышению уровня социально-экономического развития данного региона.

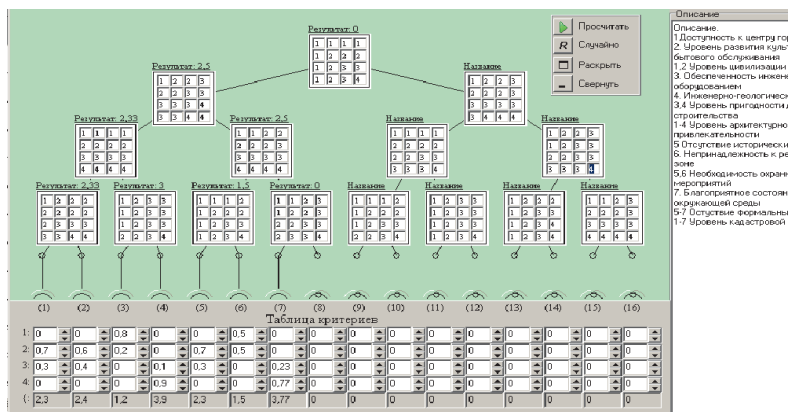


Рис. 5.27. Дерево комплексного оценивания кадастровой стоимости земли

Структурная схема предлагаемой многоконтурной модели управления представлена на рис. 5.28 и отличается присутствием двух последовательных этапов управления, охваченных обратной связью.

На первом этапе для рассматриваемого региона выявляется множество существенных частных показателей (критериев) уровня социально-экономического развития, которые необходимо «свернуть» в единый (комплексный) показатель, способный оценить достигнутый уровень социально-экономического развития региона и его динамику в процессе интеграционного преобразования.

Как замкнутая система регулирования (с отрицательной обратной связью), предлагаемая модель управления интеграцион-

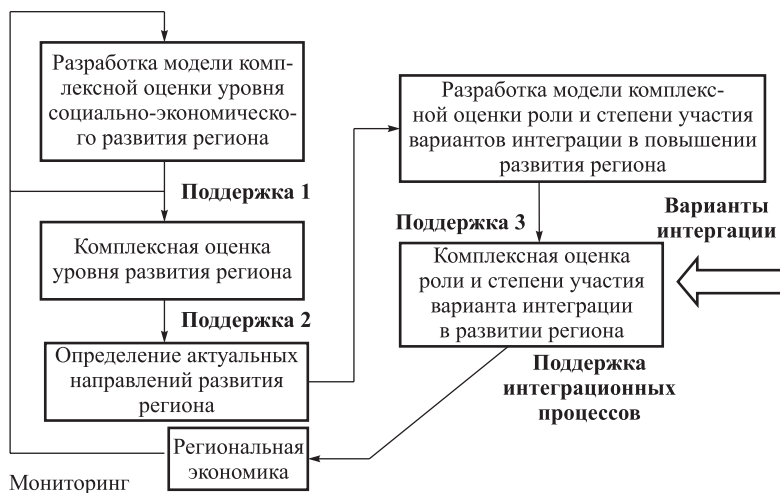


Рис. 5.28. Модель управления интеграционными процессами в региональной экономике

ными процессами вместе с предприятиями региона должна обеспечивать приемлемое качество управления и достаточную устойчивость, т. е. требуемую динамику развития региона.

Предлагаемая модель управления упрощает деятельность экономических институтов региональной власти, ограничивая ее организацией конкурсного отбора кандидатов на интегрирование с необходимой прозрачностью, объективностью и уровнем либеральных взаимоотношений при сохранении принципа управляемости, без которого не может быть серьезных успехов в вопросах регионального экономического развития.

При конструировании матриц свертки для дерева стратегий развития (рис. 5.29) следует придерживаться следующих правил: на первом этапе должны быть сформулированы условия стимулирования развития для всех возможных ситуаций, охватывающих каждую подобласть определения матрицы свертки, т. е. учтены все возможные траектории в широком диапазоне начальных позиций предполагаемого развития; синтез матрицы свертки следует начинать с реализации наиболее важных концепций развития, поскольку с каждым шагом конструирования возможности варьирования сужаются вплоть до утраты способ-

ности выбора; очередность процедур синтеза матриц свертки должна строиться иерархически, начиная с корня дерева комплексного оценивания, последовательно переходя от стратегических целей к целям тактическим и оперативным.

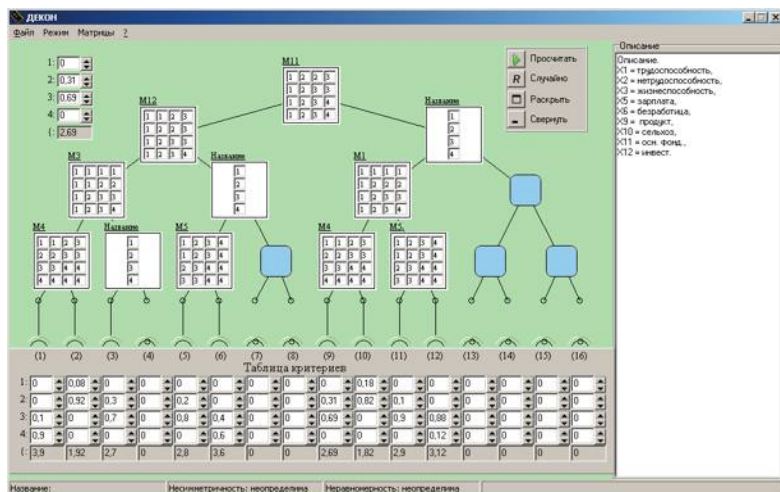
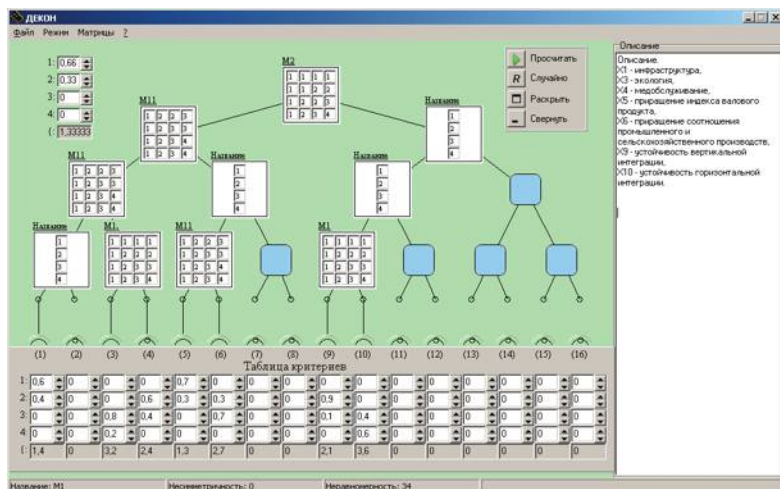


Рис. 5.29. Процедура комплексного оценивания уровня социально-экономического развития региона

Тогда появляются определенные обоснования в формулировке политических (экономических, социальных) целей управления. Данное правило будет способствовать получению информации прикладного значения на этапе анализа уровня развития региона и выбора (обоснования) направлений изменения ситуации и принятия по этим вопросам конкретных решений.

При конструировании матриц свертки для дерева конкурсного механизма (рис. 5.30) правила методики имеют отличия: на первом этапе необходимо сформулировать условия равнозначности объектов конкурсного сопоставления, т. е. семейство изопрэис на всей области определения матрицы свертки. Тогда конструирование матрицы свертки сводится к подбору наиболее адекватных подобластям определения стандартных функций свертки; как и в первом случае, синтез следует начинать с реализации наиболее принципиальных участков топологии ввиду



уменьшения выбора на каждом результативном шаге конструирования; очередность процедур синтеза матриц свертки конкурсного дерева оценивания предлагается обратной, нежели в первом случае, т. е. от вершин дерева — к его корню. Эта рекомендация обосновывается необходимостью максимального сохранения конкретности в вопросах формулирования правил сопоставления конкурсных объектов в условиях нарастания абстрактности сворачиваемых критериев по пути к корню.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заявленные в проекте технологии призваны обеспечить поддержку принятия решений в задачах управления социально-экономическими системами (менеджмента) с востребованным в современных условиях высоким уровнем обоснованности, прозрачности и документируемости.

Помимо множества иных признаков, результаты научных исследований могут отличаться друг от друга степенью обобщения (фундаментальностью) и приближенности к практическому использованию. В последнем случае речь идет преимущественно о прикладном характере выдвигаемых научных положений. Настоящая монография обоснованно сочетает оба аспекта, поскольку ориентация на массового пользователя нередко приводит к необходимости затрат значительных усилий в теоретической области, чтобы сделать искомый продукт эргономически сбалансированным. Из этой посылки вытекает и легко прогнозируемый эффект «раскрутки» в решении проблемы полномасштабного пакета технологий современного менеджмента на основе парадигм моделирования предпочтений, активных систем и принятия решений. Внедрение их в практику управления социально-экономическими системами (менеджмента) неизбежно вызовет множество новых заказов на диверсификацию моделей и методов самого разнообразного назначения с широким диапазоном интеллектуальных и дидактических возможностей.

В случае принятия этой гипотезы становится вполне оправданной предложенная образовательная составляющая проекта, предусматривающая несколько уровней подготовки специалистов в области современного менеджмента, способных развивать базовые, проблемно-, объектно- и субъектно-ориентированные инструментальные средства повышения эффективности управления в организационных системах на современном этапе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Молодчик А. В. Менеджмент: стратегия, структура, персонал, знания: учеб. пособие для вузов / А. В. Молодчик, М. А. Молодчик.— М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2005.— 296 с.
2. Человеческий фактор в управлении / под ред. Н. А. Абрамовой, К. С. Гинсберга, Д. А. Новикова.— М.: КомКнига, 2006.— 496 с.
3. Бурков В. Н. Теория активных систем: состояние и перспективы / В. Н. Бурков, Д. А. Новиков.— М.: СИНТЕГ, 1999.— 128 с.
4. Новиков Д. А. Курс теории активных систем / Д. А. Новиков, С. Н. Петраков.— М.: СИНТЕГ, 1999.— 108 с.
5. Бурков В. Н. Как управлять проектами / В. Н. Бурков, Д. А. Новиков.— М.: СИНТЕГ-ГЕО, 1997.— 188 с.
6. Новиков Д. А. Обобщенные решения задач стимулирования в активных системах / Д. А. Новиков.— М., 1998.
7. Елохова И. В. Комплексное оценивание эффективности инвестиционных процессов развития промышленных предприятий / И. В. Елохова, В. А. Харитонов; ИПУ РАН // Вестник Воронежского государственного технического университета.— Воронеж, 2005.
8. Системы управления качеством подготовки специалистов при инновационных технологиях обучения специалистов / В. А. Харитонов [и др.]; ИПУ РАН // Проблемы управления.— № 4.— М., 2007.
9. Транзитивные замыкания на деревьях комплексного оценивания / И. В. Елохова [и др.]; ИПУ РАН // Управление большими системами: сб. тр.— Вып. 9.— М., 2004.
10. Елохова И. В. Активная экспертиза класса несимметричности матриц свертки / И. В. Елохова, А. Ю. Беляков, В. А. Харитонов; ИПУ РАН // Управление большими системами: сб. тр.— Вып. 10.— М., 2004.
11. Системы конструирования матриц свертки в экспертных задачах комплексного оценивания / А. А. Белых [и др.] // Строительство и образование: сб. науч. тр.— Екатеринбург, 2006.— № 12 (83).— С. 24–26.

12. Харитонов В. А. Профессиональная компетентность как цель образовательного процесса / В. А. Харитонов, А. Ю. Беляков // Строительство и образование: сб. науч. тр.— Екатеринбург, 2006.— № 12 (83).— С. 385–388.
13. Принцип системности в подготовке специалистов по управлению недвижимостью / Новопашина Е. И. [и др.] // Строительство и образование: сб. науч. тр.— Екатеринбург, 2006.— № 12 (83).— С. 382–385.
14. Харитонов В. А. Модели образовательного процесса с заданными формами и технологиями обучения / В. А. Харитонов, А. Ю. Беляков, С. Г. Пуйсанс // Строительство и образование: сб. науч. тр.— Екатеринбург, 2006.— № 12 (83).— С. 380–382.
15. Харитонов В. А. Современные технологии комплексного оценивания научно-технических проектов / В. А. Харитонов, И. Р. Винокур, А. А. Белых // Космический вызов XXI века. Новые материалы и технологии для ракетно-космической техники: Междунар. школа-конф. SPASE — 2006.— 23–30 сентября 2006.— Севастополь / Институт химической физики им. Н. Н. Семенова, РАН.— М., 2006.
16. Инструментальные средства комплексного оценивания сложных объектов с использованием топологии матриц свертки / И. Р. Винокур [и др.] // Теоретические и прикладные аспекты информационных технологий: сб. науч. тр. / НИИУМС.— Пермь, 2006.— Вып. 55.— С. 131–137.
17. Управление недвижимостью как управление проектами в активных социально-экономических системах / Е. И. Новопашина [и др.] // Теоретические и прикладные аспекты информационных технологий: сб. науч. тр. / НИИУМС.— Вып. 53.— Пермь, 2004.— С. 78–81.
18. Харитонов В. А. Система поддержки принятия решений по кредитованию инвестиционных проектов на основе механизмов комплексного оценивания / В. А. Харитонов, А. А. Белых // Информация, инновации, инвестиции: матер. 7-й Всероссийской конф., 29–30 ноября 2006 года, г. Пермь / Пермский ЦНТИ.— Пермь, 2006.— С. 144–148.
19. Белых А. А. Обоснование технических заданий на разработку конкурентоспособных товаров и услуг / А. А. Белых, Ю. Г. Горлов, Н. П. Калинин // Информация, инновации, инвестиции: матер. 7-й Всероссийской конф., 29–30 ноября 2006 года, г. Пермь / Пермский ЦНТИ.— Пермь, 2006.— С. 17–22.
20. Технология синтеза инструментальных средств аналитического моделирования в системах менеджмента / А. А. Белых [и др.] // Информация, инновации, инвестиции: матер. 7-й Всероссийской

- конф., 29–30 ноября 2006 года, г. Пермь / Пермский ЦНТИ.— Пермь, 2006.— С. 22–24.
21. Винокур И. Р. Инструментальные средства поддержки методов стратегического менеджмента / И. Р. Винокур, Ю. Г. Горлов, Н. П. Калинин // Информация, инновации, инвестиции: матер. 7-й Всероссийской конф., 29–30 ноября 2006 года, г. Пермь / Пермский ЦНТИ.— Пермь, 2006.— С. 35–38.
 22. Меновщиков К. В. Механизмы комплексного оценивания в задачах экспертизы недвижимости / К. В. Меновщиков, М. В. Лыков // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на семинаре: г. Пермь, 8 дек. 2004 г. [посвященном 45-летию строительного факультета ПГТУ] / ПГТУ.— Пермь, 2005.— С. 88.
 23. Лыков М. В. Активная экспертиза матриц свертки механизмов комплексного оценивания объектов недвижимости / М. В. Лыков, К. В. Меновщиков // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на семинаре: г. Пермь, 8 дек. 2004 г. [посвященном 45-летию строительного факультета ПГТУ] / ПГТУ.— Пермь, 2005.— С. 88.
 24. Лыков М. В. Конструирование и развитие функциональных возможностей механизмов комплексного оценивания в задачах управления недвижимостью / М. В. Лыков, А. А. Поносов // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета ПГТУ 29–30 нояб. 2006 г. / ПГТУ.— Пермь, 2007.— С. 150–157.
 25. Букалова А. Ю. Учет стратегий социально-экономического развития регионов при разработке земельного кадастра / А. Ю. Букалова // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета ПГТУ, 29–30 нояб. 2006 г. / ПГТУ.— Пермь, 2007.— С. 162–165.
 26. Волокитин С. П. Оптимальное управление распродажей строящегося жилья в задаче финансирования строительства из средств дольщиков / С. П. Волокитин, В. А. Харитонов // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета ПГТУ, 29–30 нояб. 2006 г. / ПГТУ.— Пермь, 2007.— С. 165–171.
 27. Харитонов В. А. Прогнозирование критических ситуаций на рынке недвижимости методом имитационного игрового моделирования / В. А. Харитонов, Д. С. Черных // Строительство, архитектура.

- Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета ПГТУ, 29–30 нояб. 2006 г. / ПГТУ.— Пермь, 2007.— С. 171–175.
28. Винокур И. Р. Модели и методы стратегического менеджмента / И. Р. Винокур, Е. В. Мишкина // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета ПГТУ, 29–30 нояб. 2006 г. / ПГТУ.— Пермь, 2007.— С. 175–179.
29. Белых А. А. Обоснование технических заданий на разработку конкурентоспособной продукции / А. А. Белых, Р. Ф. Шайдулин, О. Н. Шафранская // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета ПГТУ, 29–30 нояб. 2006 г. / ПГТУ.— Пермь, 2007.— С. 179–185.
30. Харитонов В. А. Система поддержки принятия решений по кредитованию инвестиционных проектов / В. А. Харитонов, Д. С. Черных // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых, студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета ПГТУ, 29–30 нояб. 2006 г. / ПГТУ.— Пермь, 2007.— С. 185–189.
31. Управление жилым фондом как управление проектом в организационных системах / А. Ю. Букалова [и др.] // Инновационные технологии: матер. конф. 20–27 июня 2005 г., г. Варна (Болгария) / Пермский ЦНТИ.— Пермь, 2005.— С. 13–17.
32. Состояние и перспективы развития механизмов комплексного оценивания / М. В. Лыков [и др.] // Инновационные технологии: матер. конф. 20–27 июня 2005 г., г. Варна (Болгария) / Пермский ЦНТИ.— Пермь, 2005.— С. 67–69.
33. Елохова И. В. Концепция индуктивного представления производственных функций в задачах моделирования инвестиционных процессов: дис. ... д-ра. экон. наук / И. В. Елохова.— Пермь, 2005.
34. Стаматин В. И. Прединвестиционный экспресс-анализ промышленных предприятий аналитическим методом на основе аппроксимированных производственных функций: дис. ... канд. экон. наук / В. И. Стаматин.— Пермь, 2005.
35. Камалетдинов М. Р. Система поддержки принятия решений для повышения эффективности управления региональными интеграционными процессами на основе механизмов комплексного оценивания: дис. ... канд. техн. наук / М. Р. Камалетдинов.— Воронеж, 2007.

36. Генералов А. В. Специальная тема: дис. ... канд. в. наук / А. В. Генералов.— Москва, 2007.
37. Кун Т. Структура научных революций / Т. Кун.— М.: АСТ, 2001.
38. Молодцов Д. А. Устойчивость принципов оптимальности / Д. А. Молодцов.— М.: Наука, 1987.
39. Вилкас Э. Й. Решения: теория, информация, моделирование / Э. Й. Вилкас, Е. З. Майминас.— М.: Радио и связь, 1981.— 328 с.

Приложение 1

Исследование функции свертки нечетких переменных

Пусть функция свертки $X = f(X_1, X_2)$ дискретных переменных X_1 и X_2 задана в традиционном матричном виде (рис. 1, 2):

$$X = \|x_{ij}\|, \quad i, j \in \overline{1, h_{\max}}, \quad (1)$$

где $\overline{1, h_{\max}}$ — универсальная целочисленная шкала переменных

$$X_1 = i, \quad X_2 = j, \quad (2)$$

$$X = f(X_1, X_2) \in \overline{1, h_{\max}}, \quad (3)$$

обычно являющаяся неотъемлемым атрибутом механизмов комплексного оценивания.

X_1							
1	X_{11}	X_{12}	$\dots$	X_{1i}	$\dots$	$X_{1h_{\max}}$	
2	X_{21}	X_{22}	$\dots$	X_{2i}	$\dots$	$X_{2h_{\max}}$	
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	
i	X_{i1}	X_{i2}	$\dots$	X_{ij}	$\dots$	$X_{ih_{\max}}$	
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	
$h_{\max}$	$X_{h_{\max}1}$	$X_{h_{\max}2}$	$\dots$	$X_{h_{\max}j}$	$\dots$	$X_{h_{\max}h_{\max}}$	
	1	2	$\dots$	j	$\dots$	$h_{\max}$	X_2

Рис. 1. Функция (матрица) свертки двух переменных в общем виде со шкалой $\overline{1, h_{\max}}$

$X_1 = i$					
1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	
2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	
3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	
4	X_{41}	X_{42}	X_{43}	X_{44}	
	1	2	3	4	$X_2 = j$

Рис. 2. Матрица свертки двух переменных с наиболее распространенной шкалой $h_{\max} = 4$

Для приведения матрицы $\|x_{ij}\|$ к шкале нечетких аргументов $\tilde{X}_1, \tilde{X}_2$ предлагается на первом этапе построить ее область определения в дефазифицированной форме (по методу центра тяжести ЦТ).

$$\hat{X}_1 = \text{ЦТ}(\tilde{X}_1), \quad \hat{X}_2 = \text{ЦТ}(\tilde{X}_2), \quad (4)$$

а именно:

$$\hat{X}_1 \times \hat{X}_2 = [1, h_{\max}] \times [1, h_{\max}]. \quad (5)$$

Полученная область (5) естественным образом разбивается на $(h_{\max} - 1)^2$ подобластей (рис. 3, 4). Значения функции (матрицы) свертки в произвольной подобласти (i, j) определений

$$[i, i + 1] \times [j, j + 1] \quad (6)$$

целиком определяется с точностью до константы четверткой целочисленных значений на ее границах (см. рис. 4):

$$(f(i, j), f(i, (j + 1)), f((i + 1), j), f((i + 1), (j + 1))). \quad (7)$$

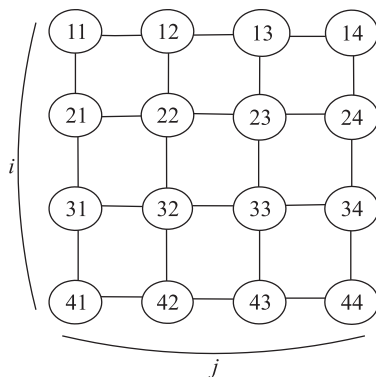


Рис. 3. Область определения функции свертки для $h_{\max} = 4$

Поскольку для неубывающей (по определению) функции свертки $f(X_1, X_2)$ множество наборов (7) ограничено, то имеет смысл определить вид функции свертки для каждого набора из этого множества при нечетких значениях аргумента:

$$\hat{f}(\tilde{X}_1, \tilde{X}_2) = \hat{f}(\hat{X}_1, \hat{X}_2), \quad \hat{X}_1 \in [i, i+1], \quad \hat{X}_2 \in [j, j+1]. \quad (8)$$

Очевидно, что данную процедуру проще выполнить для первой подобласти, начинающейся с точки $(i=1, j=1) = (1,1)$, а полученный результат перенести в необходимую подобласть (i, j) с поправкой

$$\hat{f}_{(i,j)}(\hat{X}_1, \hat{X}_2) = f(i, j) - 1 + \hat{f}_{(1,1)}(\hat{X}_1, \hat{X}_2), \quad (9)$$

где функция свертки $\hat{f}_{(1,1)}(\hat{X}_1, \hat{X}_2)$ есть стандартная функция, вычисленная для первой подобласти определения.

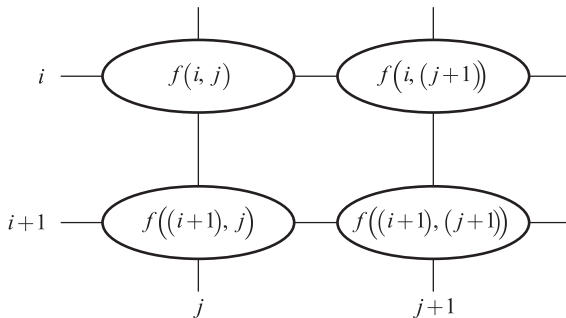


Рис. 4. Произвольная подобласть определения функции свертки

Перечислим множество допустимых наборов (7), устанавливающее возможный вид функции свертки в подобласти $(1,1)$ при условии отсутствия «резких» (более чем на единицу) скачков вправо-вниз (рис. 5, а-е, табл. 1).

$$\text{а) } f_0: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 1, f(2,1) = 1, f(2,2) = 1), \quad (10)$$

$$\text{б) } f_1: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 1, f(2,1) = 1, f(2,2) = 2), \quad (11)$$

$$\text{в) } f_2: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 2, f(2,1) = 1, f(2,2) = 2), \quad (12)$$

$$\text{г) } f_3: (f(1,1) = 1, f(1,2) = 1, f(2,1) = 2, f(2,2) = 2), \quad (13)$$

$$\text{д) } f_4: (f(1,1)=1, f(1,2)=2, f(2,1)=2, f(2,2)=2), \quad (14)$$

$$\text{е) } f_5: (f(1,1)=1, f(1,2)=2, f(2,1)=2, f(2,2)=3). \quad (15)$$

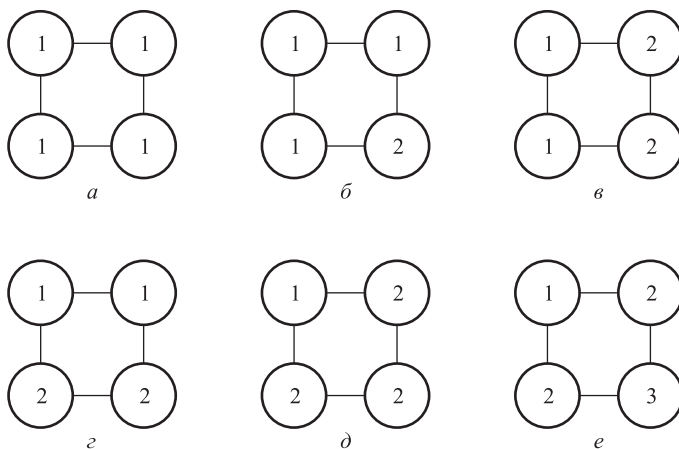


Рис. 5. Множество допустимых вариантов области определения функции свертки в первой подобласти

Т а б л и ц а 1

Варианты	$f(1,1)$	$f(1,2)$	$f(2,1)$	$f(2,2)$
а	1	1	1	1
б	1	1	1	2
в	1	2	1	2
г	1	1	2	2
д	1	2	2	2
е	1	2	2	3

Определим вид функции свертки в перечисленных подобластях определения (10)–(15). В качестве методики вычисления функции свертки нечетких переменных $\tilde{X}_1, \tilde{X}_2$ примем известный принцип обобщения на процедуру агрегирования, принимающий форму выражения

$$\mu_{\tilde{X}}(x) = \sup_{\{(x_1, x_2) / f(x_1, x_2) = x\}} \min \{ \mu_{\tilde{X}_1}(x_1), \mu_{\tilde{X}_2}(x_2) \}. \quad (16)$$

В общем виде методика определения вида функции свертки в заданной подобласти выглядит следующим образом.

Переменные в нечетком виде можно обозначить так:

$$\tilde{X}_1 = \frac{1}{1 - \mu_1} + \frac{2}{\mu_1}, \quad (17)$$

$$\tilde{X}_2 = \frac{1}{1 - \mu_2} + \frac{2}{\mu_2}. \quad (18)$$

Процедура нечеткой свертки осуществляется по схеме (рис. 5, а-е). В общем случае согласно (16)

$$\begin{aligned} \tilde{X} = f(\tilde{X}_1, \tilde{X}_2) = & \frac{f(1,1)}{\min((1 - \mu_1), (1 - \mu_2))} + \\ & + \frac{f(1,2)}{\min((1 - \mu_1), \mu_2)} + \frac{f(2,1)}{\min(\mu_1, (1 - \mu_2))} + \frac{f(2,2)}{\min(\mu_1, \mu_2)}. \end{aligned} \quad (19)$$

Процедуры нахождения минимальных (максимальных) значений функций принадлежности в данном выражении благодаря различным их сочетаниям разбивают подобласти определения функции свертки на более мелкие области с помощью границ:

1) $\mu_1 = \mu_2$, что эквивалентно отношению $1 - \mu_1 = 1 - \mu_2$; эта линия (рис. 6, а) разбивает подобласть на два участка в соответствии с условиями: $\mu_1 < \mu_2$ и $\mu_2 < \mu_1$;

2) $\mu_1 = 1 - \mu_2$, что эквивалентно отношению $\mu_2 = 1 - \mu_1$; эта линия (см. рис. 6, б) разбивает подобласть на два участка в соответствии с условиями: $\mu_1 < 1 - \mu_2$ и $1 - \mu_2 < \mu_1$.

Подводя итоги этой работы, можно выделить следующие характерные участки в подобласти определения функции свертки (см. рис. 6, в):

- линия (1,1), (2,2) равных значений функций принадлежности обоих нечетких аргументов

$$(\mu_1 = \mu_2) \& (1 - \mu_1 = 1 - \mu_2); \quad (20)$$

- линия (1,2), (2,1) равных значений функции принадлежности одного нечеткого аргумента к дополнению функции принадлежности другого

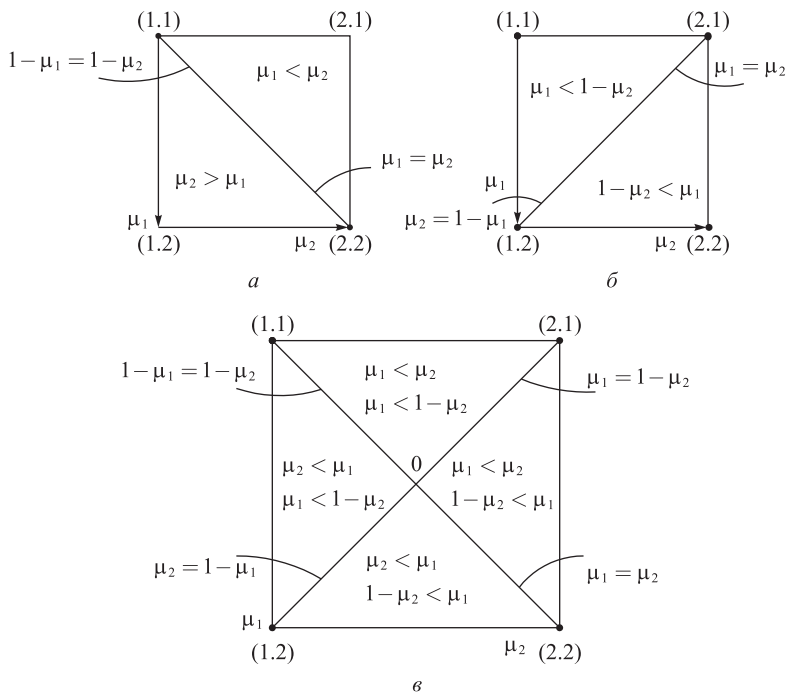


Рис. 6. Разбиение подобласти определения функции свертки на области вариантов отношений между функциями принадлежности μ_1 и μ_2

$$(\mu_1 = 1 - \mu_2) \& (\mu_2 = 1 - \mu_1); \quad (21)$$

– область (1,1), 0, (1,2)

$$(\mu_2 < \mu_1) \& (\mu_1 < 1 - \mu_2); \quad (22)$$

– область (1,1), 0, (2,1)

$$(\mu_1 < \mu_2) \& (\mu_1 < 1 - \mu_2); \quad (23)$$

– область (1,2), 0, (2,2)

$$(\mu_2 < \mu_1) \& (1 - \mu_2 < \mu_1); \quad (24)$$

– область (2,1), 0, (2,2)

$$(\mu_1 < \mu_2) \& (1 - \mu_2 < \mu_1). \quad (25)$$

$\tilde{X}_1$			
$1/(1-\mu_1)$	$f_0(1,1)=1$	$f_0(1,2)=1$	$\tilde{X}_2$
$2/\mu_1$	$f_0(2,1)=1$	$f_0(2,2)=1$	
	$1/(1-\mu_2)$	$2/\mu_2$	
a			

$\tilde{X}_1$			
$1/(1-\mu_1)$	$f_1(1,1)=1$	$f_1(1,2)=1$	$\tilde{X}_2$
$2/\mu_1$	$f_1(2,1)=1$	$f_1(2,2)=2$	
	$1/(1-\mu_2)$	$2/\mu_2$	
$\bar{o}$			

$\tilde{X}_1$			
$1/(1-\mu_1)$	$f_2(1,1)=1$	$f_2(1,2)=2$	$\tilde{X}_2$
$2/\mu_1$	$f_2(2,1)=1$	$f_2(2,2)=2$	
	$1/(1-\mu_2)$	$2/\mu_2$	

$\mathfrak{g}$

Рис. 7. Описание типов подобластей определения функции свертки

Принятую методику проиллюстрируем на тривиальном примере (10).

Подобласти определения вида (10)

По схеме рис. 7, *a* выражение (19) с учетом выражения (10) примет вид

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max \left(\begin{array}{l} \min((1-\mu_1), (1-\mu_2)), \min((1-\mu_1), \mu_2), \\ \min(\mu_1, (1-\mu_2)), \min(\mu_1, \mu_2) \end{array} \right)}. \quad (26)$$

$\tilde{X}_1$			
$1/(1-\mu_1)$	$f_3(1,1) = 1$	$f_3(1,2) = 2$	$\tilde{X}_2$
$2/\mu_1$	$f_3(2,1) = 2$	$f_3(2,2) = 2$	
	$1/(1-\mu_2)$	$2/\mu_2$	
	ε		

$\tilde{X}_1$			
$1/(1-\mu_1)$	$f_4(1,1) = 1$	$f_4(1,2) = 2$	$\tilde{X}_2$
$2/\mu_1$	$f_4(2,1) = 2$	$f_4(2,2) = 2$	
	$1/(1-\mu_2)$	$2/\mu_2$	
	∂		

$\tilde{X}_1$			
$1/(1-\mu_1)$	$f_5(1,1) = 1$	$f_5(1,2) = 2$	$\tilde{X}_2$
$2/\mu_1$	$f_5(2,1) = 2$	$f_5(2,2) = 3$	
	$2/(1-\mu_2)$	$2/\mu_2$	
	e		

Рис. 7. Окончание

а) участок (20) преобразует выражение (26):

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max((1-\mu_1), (1-\mu_1), \mu_1\mu_1)} = \frac{1}{\max((1-\mu_1), \mu_1)}, \quad (27)$$

где целесообразнее выделить два отрезка:

(1.1) 0, где $\mu_1 = \mu_2 < 1 - \mu_1$, т. е. $\mu_1 \in [0, 1/2)$. В этом случае (рис. 8)

$$\tilde{X} = \frac{1}{(1-\mu_1)}, \mu_{\tilde{X}} = 1 - \mu_1; \quad (28)$$

0 (2.2), где $\mu_1 = \mu_2 > 1 - \mu_1$, т. е. $\mu_1 \in [1/2, 1]$. В этом случае (см. рис. 8)

$$\tilde{X} = \frac{1}{\mu_1}, \mu_{\tilde{X}} = \mu_1. \quad (29)$$

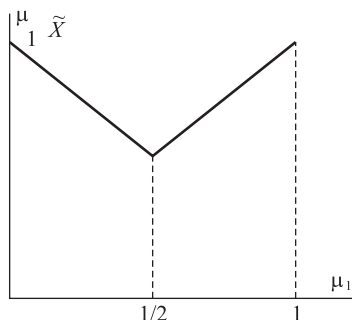


Рис. 8. Функция принадлежности $\mu_{\tilde{X}}(\mu_1)$ на участках (1.1) (2.2) и (1.2) (2.1) области определения

Очевидно, что для этого участка

$$\text{ЦТ}(\tilde{X}) = 1; \quad (30)$$

б) участок (21) преобразует выражение (26):

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max(\min(\mu_2, \mu_1), \mu_2, \mu_1)}, \quad (31)$$

где целесообразнее выделить два отрезка:

(1,2) 0, где $\mu_1 > \mu_2$, $\mu_1 \in (1/2, 1]$, $\mu_2 \in [0, 1/2]$. В этом случае

$$\tilde{X} = \frac{1}{\mu_1} = \frac{1}{1 - \mu_2}, \mu_{\tilde{X}} = \mu_1 = 1 - \mu_2; \quad (32)$$

0 (2,1), где $\mu_1 < \mu_2$, $\mu_1 \in (1/2, 0]$, $\mu_2 \in [1/2, 1]$. В этом случае

$$\tilde{X} = \frac{1}{\mu_2} = \frac{1}{1 - \mu_1}, \mu_{\tilde{X}} = \mu_2 = 1 - \mu_1, \quad (33)$$

т. е. функция принадлежности результата на этом участке под области определения по форме совпадает с предыдущим участком (см. рис. 8).

в) участок (22) преобразует выражение (26):

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max((1 - \mu_1), \mu_1, \mu_2)} = \frac{1}{\max((1 - \mu_1), \mu_1)}. \quad (34)$$

Этот участок характеризуется постоянством $\text{ЦТ}(\tilde{X}) = 1$ и снижением функции принадлежности к центру до значения 0,5. Полученный результат легко обобщается на оставшиеся участки в силу их симметричности.

Таким образом, исследование подобласти определения функции свертки «тривиального» типа привело к ожидаемому результату:

$$\text{ЦТ}(\tilde{X}) = 1 = \text{const}, \quad (35)$$

т. е. к равенству всех значений функции в подобласти определения, и к не столь ожидаемому ее свойству — явлению снижения доверия к этому значению по мере удаления от точек (узлов) интерполяции по методу дефазификации функции нечетких переменных.

Подобласть определения вида (11)

По схеме рис. 7, б выражение (19) с учетом выражения (16) примет вид

$$\begin{aligned} \tilde{X} = & \frac{1}{\max(\min\left(\left((1 - \mu_1), (1 - \mu_2)\right), \right. \\ & \left. \min((1 - \mu_1), \mu_2), \min(\mu_1, (1 - \mu_2))\right))} + \\ & + \frac{2}{\min(\mu_1, \mu_2)}. \end{aligned} \quad (36)$$

а) участок (20) преобразует выражение (35), полагая $\mu_1 = \mu_2 = \mu$,

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max((1 - \mu), \min((1 - \mu_1), \mu))} + \frac{2}{\mu}, \quad (37)$$

где целесообразнее выделить два отрезка:

$$[(1, 1), 0], \text{ где } \mu < 1 - \mu, \mu \in [0, 1/2], \text{ тогда} \quad (38)$$

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max((1 - \mu), \mu)} + \frac{2}{\mu} = \frac{1}{1 - \mu} + \frac{2}{\mu}, \quad (39)$$

$$\text{ЦТ}(\tilde{X}) = \frac{1 - \mu + 2\mu}{1} = 1 + \mu; \quad (40)$$

$$[0, (2, 2)], \text{ где } \mu > 1 - \mu, \mu \in [1/2, 1], \text{ тогда} \quad (41)$$

$$\tilde{X} = \frac{1}{1 - \mu} + \frac{2}{\mu}; \quad (42)$$

что касается выражений (39), (40), смотри рис. 9.

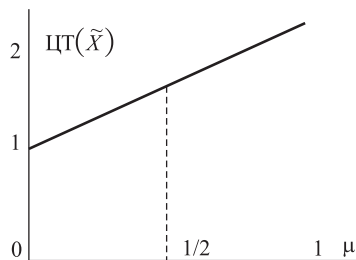


Рис. 9. Центр тяжести функции свертки на участке главной диагонали (1,1) (2,2)

б) участок (21) преобразует выражение (36)

где целесообразнее выделить два отрезка:

(1,2) 0, где $\mu_1 > \mu_2$, тогда

$$\tilde{X} = \frac{1}{\mu_1} + \frac{2}{\mu_2}, \mu_1 \in (1/2, 1], \mu_2 \in [0, 1/2], \quad (43)$$

$$\text{ЦТ}(\tilde{X}) = \frac{\mu_1 + 2\mu_2}{\mu_1 + \mu_2} = 1 + \frac{\mu_2}{\mu_1 + \mu_2} = 1 + \mu_2; \quad (44)$$

0 (2,1), где $\mu_1 < \mu_2$, тогда

$$\tilde{X} = \frac{1}{\mu_2} + \frac{2}{\mu_1}, \mu_1 \in [0, 1/2], \mu_2 \in [1/2, 1], \quad (45)$$

$$\text{ЦТ}(\tilde{X}) = \frac{\mu_2 + 2\mu_1}{\mu_1 + \mu_2} = 1 + \mu_1, \quad (46)$$

причем μ_1 убывает в указанном (45) интервале (рис. 10)

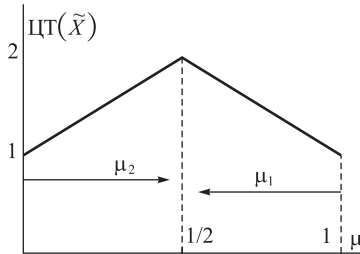


Рис. 10. Центр тяжести функции
свертки на участке диагонали
(1.2) (2.1)

Основной «каркас» геометрической интерпретации функции свертки с областью определения вида (9) ясен из рис. 11.

Малые диагонали как гипотенузы в прямоугольных треугольниках ABC , ACD , BCC' определяется следующим образом:

$$AC = BD = BC' = \sqrt{2}, \quad (47)$$

главная диагональ (гипотенуза в треугольнике ABC') —

$$AC' = \sqrt{3}. \quad (48)$$

Угол α_1 в равных прямоугольных треугольниках ABC' и ACC' найдется через обратные тригонометрические функции:

$$\alpha_1 = \arctg \frac{AB}{BC'} = \arctg \frac{1}{\sqrt{2}}, \quad (49)$$

или

$$\alpha_1 = \arcsin \frac{AB}{AC'} = \arcsin \frac{1}{\sqrt{3}}, \quad (50)$$

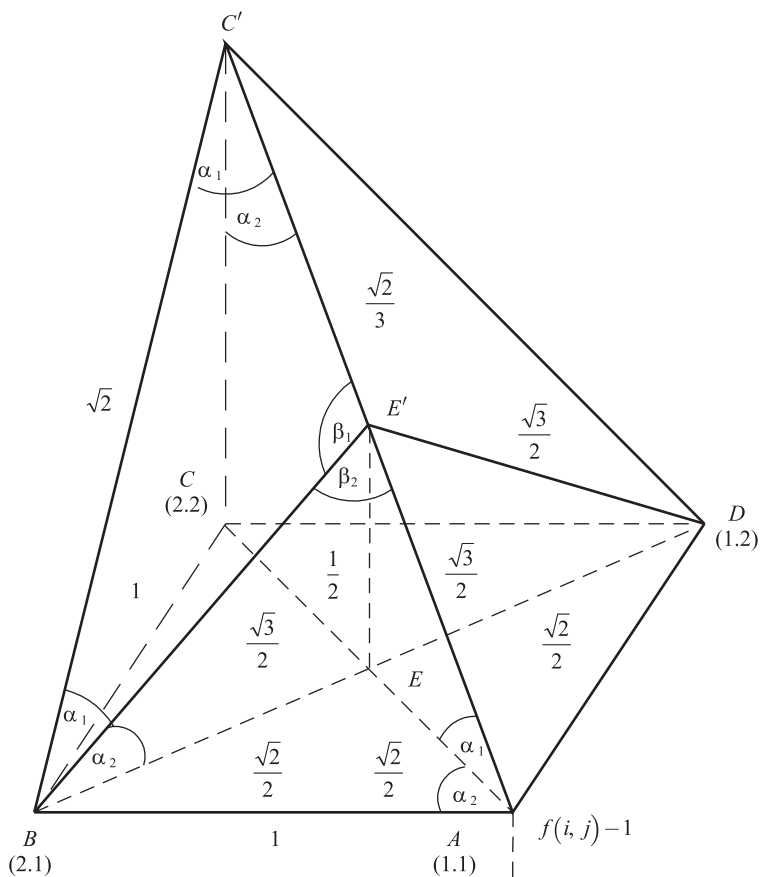


Рис. 11. Геометрическая интерпретация функции свертки в области определения вида (9)

или

$$\alpha_1 = \arccos \frac{BC'}{AC'} = \arccos \sqrt{\frac{2}{3}}, \quad (51)$$

причем

$$\pi/6 < \alpha_1 < \pi/4. \quad (52)$$

Угол α_2 рассматривается как дополнительный,

$$\alpha_2 = \frac{\pi}{2} - \alpha_1 \quad (53)$$

со свойством

$$\pi/3 > \alpha_2 > \pi/4. \quad (54)$$

Углы в (непрямоугольных) равнобедренных треугольниках $BC'E'$ (β_1) и ABE' (β_2) определяется через соотношения:

тупой —

$$\beta_2 = \pi - 2\alpha_1, \quad (55)$$

$$2/3 \pi > \beta_1 > \frac{\pi}{2}, \quad (56)$$

острый —

$$\beta_2 = \pi - 2\alpha_2, \quad (57)$$

$$2/3 \pi < \beta_2 < \frac{\pi}{2}; \quad (58)$$

в) участок (22) преобразует выражение (36) согласно отношениям

$$\min((1 - \mu_1), (1 - \mu_2)) = 1 - \mu_1, \quad (59)$$

т. к. из $\mu_2 < \mu_1$ следует, что $1 - \mu_2 > 1 - \mu_1$;

$$\min((1 - \mu_1), \mu_2) = \mu_2, \quad (60)$$

т. к. из $\mu_1 < \mu_2$ следует, что $\mu_2 < 1 - \mu_1$,

$$\min(\mu_1, (1 - \mu_2)) = \mu_1, \quad (61)$$

$$\min(\mu_1, \mu_2) = \mu_2, \quad (62)$$

т. е.

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max((1 - \mu_1), \mu_1, \mu_2)} + \frac{2}{\mu_2} = \frac{1}{\max((1 - \mu_1), \mu_1)} + \frac{2}{\mu_2}. \quad (63)$$

Это выражение целесообразнее разбить на два:

$$\tilde{X} = \begin{cases} \frac{1}{1-\mu_1} + \frac{2}{\mu_2}, & 0 \leq \mu_1 \leq 0,5, \quad 0 \leq \mu_2 \leq 0,5, \\ \frac{1}{\mu_1} + \frac{2}{\mu_2}, & 0,5 \leq \mu_1 \leq 1, \quad 0 \leq \mu_2 \leq 0,5, \end{cases} \quad (64)$$

что влечет за собой

$$\tilde{X} = \begin{cases} \frac{1-\mu_1+2\mu_2}{1-\mu_1+\mu_2}, & 0 \leq \mu_1 \leq 0,5, \quad 0 \leq \mu_2 \leq 0,5, \\ \frac{\mu_1+2\mu_2}{\mu_1+\mu_2}, & 0,5 \leq \mu_1 \leq 1, \quad 0 \leq \mu_2 \leq 0,5. \end{cases} \quad (65)$$

Зафиксируем произвольное значение функции свертки

$$\hat{X} = \hat{X}_C \quad (66)$$

для получения уравнения линии ее одинаковых значений, которую назовем изопрайсой (от слова «price» — цена). Тогда первая часть выражения (65) примет вид

$$\begin{aligned} \frac{1-\mu_1+2\mu_2}{1-\mu_1+\mu_2} &= \hat{X}_C, \quad 1 \leq \hat{X}_C \leq 3/2, \\ 1-\mu_1+2\mu_2 &= (1-\mu_1)\hat{X}_C + \mu_2\hat{X}_C, \\ (1-\mu_1)(1-\hat{X}_C) + \mu_2(2-\hat{X}_C) &= 0. \end{aligned} \quad (67)$$

Отсюда

$$\mu_2 = \frac{(1-\mu_1)(\hat{X}_C-1)}{2-\hat{X}_C}, \quad 1 \leq \hat{X}_C \leq 3/2, \quad 0 \leq \mu_1 \leq 0,5, \quad 0 \leq \mu_2 \leq 0,5. \quad (68)$$

$$\mu_2 = \frac{(\hat{X}_C-1)}{2-\hat{X}_C} - \mu_1 \frac{(\hat{X}_C-1)}{2-\hat{X}_C}. \quad (69)$$

Вторая часть выражения (65) приводит к уравнению изопрайс в следующем виде:

$$\mu_1 + 2\mu_2 = \hat{X}_C(\mu_1 + \mu_2), \quad (70)$$

откуда получаем выражение

$$\mu_2 = \mu_1 \frac{\hat{X}_C - 1}{2 - \hat{X}_C}; \quad (71)$$

г) область (23), охватывающая подобласть (1,1) E (2,1), зеркальным образом трансформирует выражения (69), (71) соответственно:

$$\mu_1 = \frac{(\hat{X}_C - 1)}{2 - \hat{X}_C} - \mu_2 \frac{(\hat{X}_C - 1)}{2 - \hat{X}_C} \quad (72)$$

и

$$\mu_1 = \mu_2 \frac{\hat{X}_C - 1}{2 - \hat{X}_C}; \quad (73)$$

д) Область (24) преобразует выражение (36) согласно отношениям

$$\min((1 - \mu_1), (1 - \mu_2)) = 1 - \mu_2, \quad (74)$$

т. к. из $\mu_1 < \mu_2$ следует $1 - \mu_1 > 1 - \mu_2$,

$$\min((1 - \mu_1), \mu_2) = 1 - \mu_1, \quad (75)$$

т. к. из $1 - \mu_2 > \mu_1$ следует $1 - \mu_1 < \mu_2$;

$$\min(\mu_1(1 - \mu_2)) = 1 - \mu_2, \quad (76)$$

$$\min(\mu_1, \mu_2) = \mu_1, \quad (77)$$

т. е.

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max((1 - \mu_2), (1 - \mu_1), (1 - \mu_2))} + \frac{2}{\mu_1} = \frac{1}{1 - \mu_1} + \frac{2}{\mu_1}. \quad (78)$$

Из уравнения изопрайсы

$$\frac{1}{1 - \mu_1} + \frac{2}{\mu_1} = \hat{X}_C \quad (79)$$

ясно, что оно не зависит от второго частного критерия $\tilde{X}_1$, а полностью совпадает со значением первого;

е) зеркально идентичный вариант области (25) приводит к уравнению изопрайсы

$$\frac{1}{1-\mu_2} + \frac{2}{\mu_2} = \hat{X}_C. \quad (80)$$

Обобщение результатов проведенного анализа произведено на рис. 12, где изображены изопрайсы всей подобласти определения функции свертки f_1 , отражающие возможную динамику развития комплексной оценки по результатам изменения частных критериев.

Из рис. 12 становится ясным, что в областях определения отношений (79), (80) складывается ситуация, при которой один из двух частных критериев доминирует над другим относительно его влияния на итоговую оценку. Ситуация несколько смягчается в областях определения отношений (69), (71) и (72), (73). Изопрайсы $\hat{X}_C$ функции свертки f_1 представлены на рис. 13.

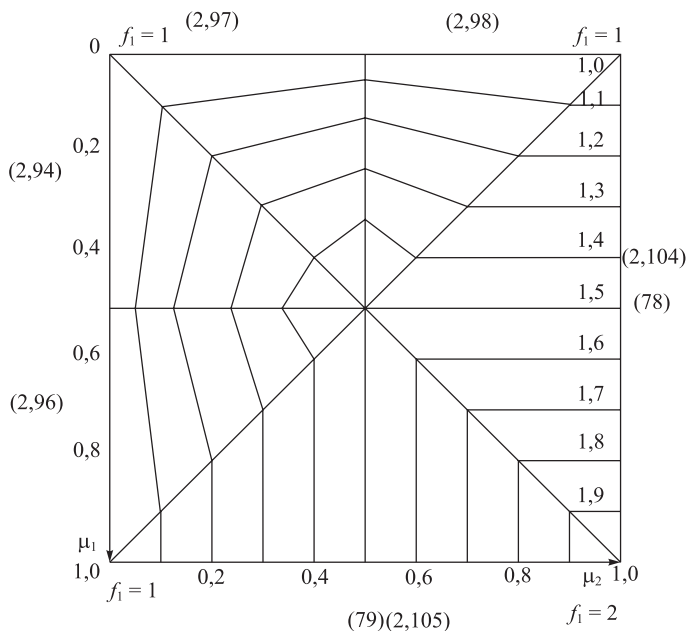


Рис. 12. Проекция линий одинакового уровня комплексной свертки f_1 (изопрайсы) на область определения

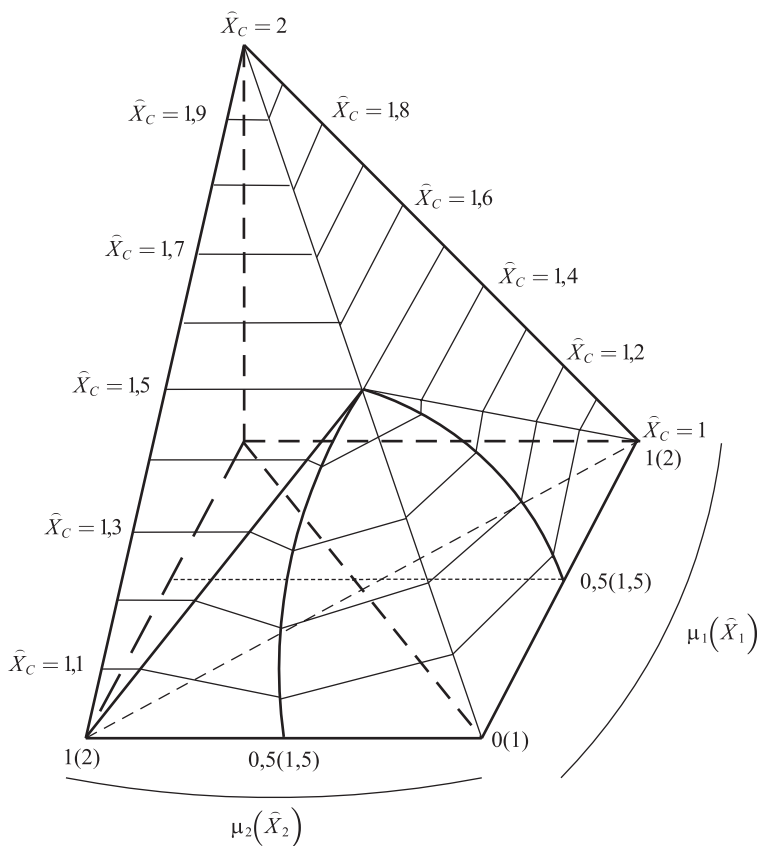


Рис. 13. Проекция линий изопрайс свертки f_1 на область определения

Подобласть определения вида (12)

По схеме рис. 7, в выражение (19) с учетом выражения (12) примет вид

$$\begin{aligned} \tilde{X} = & \frac{1}{\max((1 - \mu_1), (1 - \mu_2), \min(\mu_1(1 - \mu_2)))} + \\ & + \frac{2}{\max(\min((1 - \mu_1), \mu_2), \min(\mu_1, \mu_2))}. \end{aligned} \quad (81)$$

Область определения данной функции свертки f_2 целесообразно разбить на четыре подобласти (рис. 14):

$$AGOC: \mu_1 \in [0, 0,5], \quad \mu_2 \in [0, 0,5], \quad (82)$$

$$GBDO: \mu_1 \in [0, 0,5], \quad \mu_2 \in [0,5, 1], \quad (83)$$

$$COHE: \mu_1 \in [0,5, 1], \quad \mu_2 \in [0, 0,5], \quad (84)$$

$$ODFH: \mu_1 \in [0,5, 1], \quad \mu_2 \in [0,5, 1]. \quad (85)$$

В свою очередь подобласть (82) разбивается диагонально AF на две части по отношению $\mu_1 R \mu_2$:

$$AOC: \mu_1 > \mu_2, \quad (86)$$

$$AOG: \mu_1 \leq \mu_2. \quad (87)$$

В случае (86) выражение (80) упрощается:

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max((1-\mu_1), \mu_1)} + \frac{2}{\max(\mu_2, \mu_2)} = \frac{1}{1-\mu_1} + \frac{2}{\mu_2}$$

т. к. из (82) и (86) следует:

$$\min((1-\mu_1), (1-\mu_2)) = 1-\mu_1, \quad (88)$$

$$\min(\mu_1, (1-\mu_2)) = \mu_1, \quad (89)$$

$$\min((1-\mu_1), \mu_2) = \mu_2, \quad (90)$$

$$\min(\mu_1, \mu_2) = \mu_2. \quad (91)$$

Уравнение изопрайс в этом случае примет вид

$$\frac{1-\mu_1+2\mu_2}{1-\mu_1+\mu_2} = \hat{X}_C, \quad \hat{X}_C \in [1, 3/2], \quad (92)$$

или

$$\mu_2 = \frac{\hat{X}_C - 1}{2 - \hat{X}_C} - \mu_1 \frac{\hat{X}_C - 1}{2 - \hat{X}_C}, \quad (93)$$

где из $\mu_2 = 0$ следует $\mu_1 = 1$.

Во втором случае (87) выражение (81) примет вид

$$\tilde{X} = \frac{1}{\max((1 - \mu_2), \mu_1)} + \frac{2}{\max(\mu_2, \mu_1)} = \frac{1}{1 - \mu_2} + \frac{2}{\mu_2}, \quad (94)$$

т. к. из (82) и (87) следует:

$$\min((1 - \mu_1), (1 - \mu_2)) = 1 - \mu_2, \quad (95)$$

$$\min(\mu_1, (1 - \mu_2)) = \mu_1, \quad (96)$$

$$\min((1 - \mu_1), \mu_2) = \mu_2, \quad (97)$$

$$\min(\mu_1, \mu_2) = \mu_1. \quad (98)$$

Тогда уравнение изопрайс опишется выражением

$$\frac{1 - \mu_2 + 2\mu_2}{1 - \mu_2 + \mu_2} = 1 + \mu_2 = \hat{X}_C, \quad (99)$$

$$\text{или} \quad \mu_2 = \hat{X}_C - 1. \quad (100)$$

Уравнения (93) и (99) позволяют построить проекции линий изопрайс свертки f_2 на область определения (см. рис. 14) и на этой основе непосредственно изопрайсы $\hat{X}_C(\hat{X}_1, \hat{X}_2)$ (рис. 15).

Подобласть определения вида (13)

Она отличается от подобласти (12) только поворотом вокруг центра на 90° и характеризуется семейством проекций линий изопрайс функции свертки f_4 на область определения (рис. 16) и семейством изопрайс (рис. 17).

Подобласть определения вида (14)

По схеме рис. 7, д выражение (19) с учетом выражения (14) примет вид

$$\begin{aligned} \tilde{X} = & \frac{1}{\max((1 - \mu_1), (1 - \mu_2))} + \\ & + \frac{2}{\max(\min((1 - \mu_1), \mu_2), \min(\mu_1, (1 - \mu_2)), \min(\mu_1, \mu_2))}. \end{aligned} \quad (101)$$

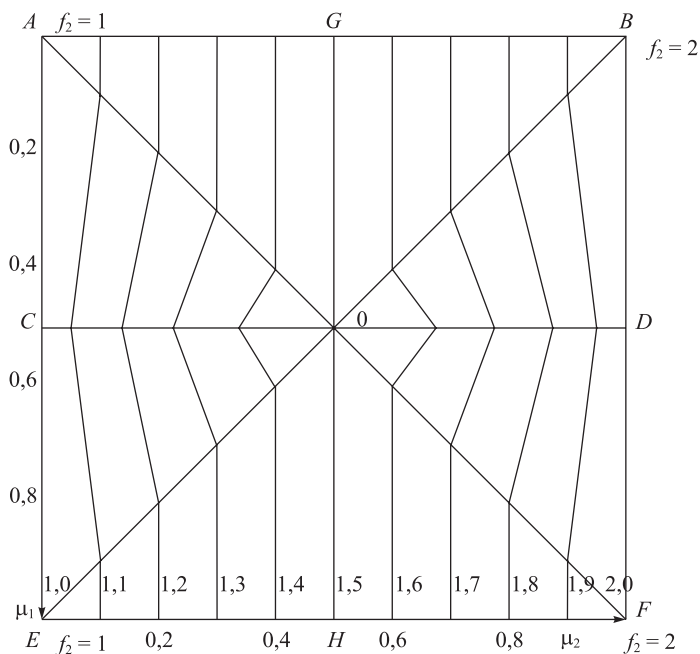


Рис. 14. Проекции линий изопрайс свертки f_2 на область определения

Благодаря симметричности области определения $ABEF$ относительно оси AF (рис. 18), для анализа изопрайс функции свертки f_4 в ней целесообразно выделить четыре подобласти:

- область ABO , разделяемая прямой GO ($\mu_2 = 0,5$) на подобласти AGO и GBO ;
- область OBF , разделяемая прямой OD ($\mu_1 = 0,5$) на подобласти BDO и DFO .

На первом этапе анализа проведем исследование «каркаса» геометрической фигуры (см. рис. 18) — носителя изопрайс, считая линии BF и EF простыми, соединяющими вершины одного уровня, т. е. AF , BE , OH , OC .

Линия AF характеризуется отношением

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu. \quad (102)$$

Тогда для $\mu < 0,5$

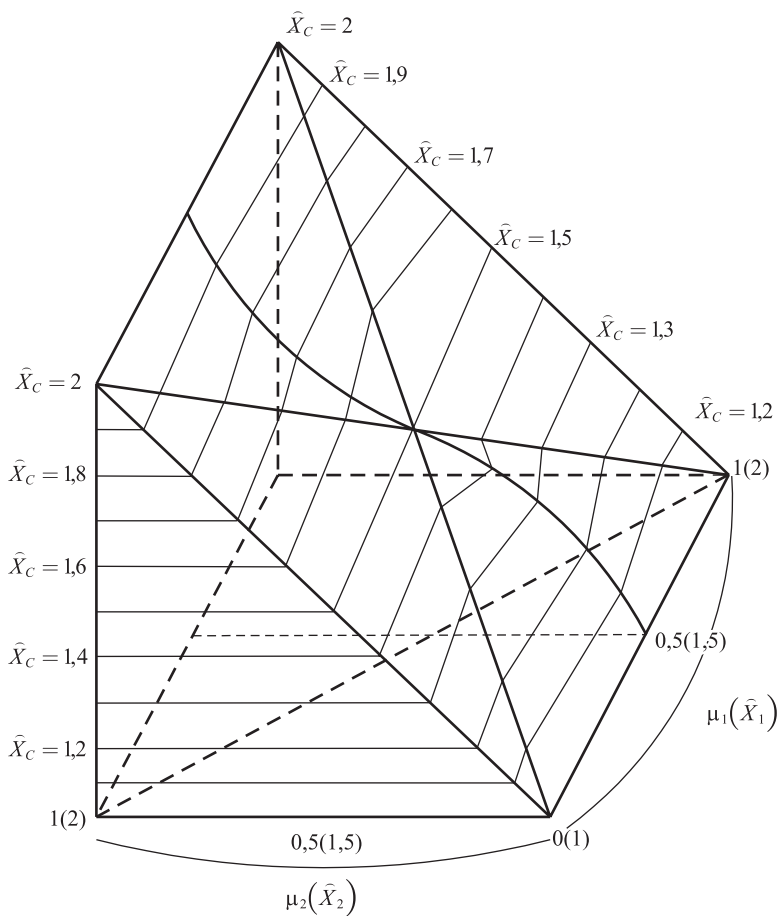


Рис. 15. Изопрайсы $\hat{X}_C$ функции свертки f_2 переменных $\hat{X}_1$ и $\hat{X}_2$

$$\tilde{X} = \frac{1}{1-\mu} + \frac{2}{\max(\mu, \mu, \mu)} = \frac{1}{1-\mu} + \frac{2}{\mu}, \quad (103)$$

а для $\mu > 0,5$

$$\tilde{X} = \frac{1}{1-\mu} + \frac{2}{\max((1-\mu), (1-\mu), \mu)} = \frac{1}{1-\mu} + \frac{2}{\mu}, \quad (104)$$

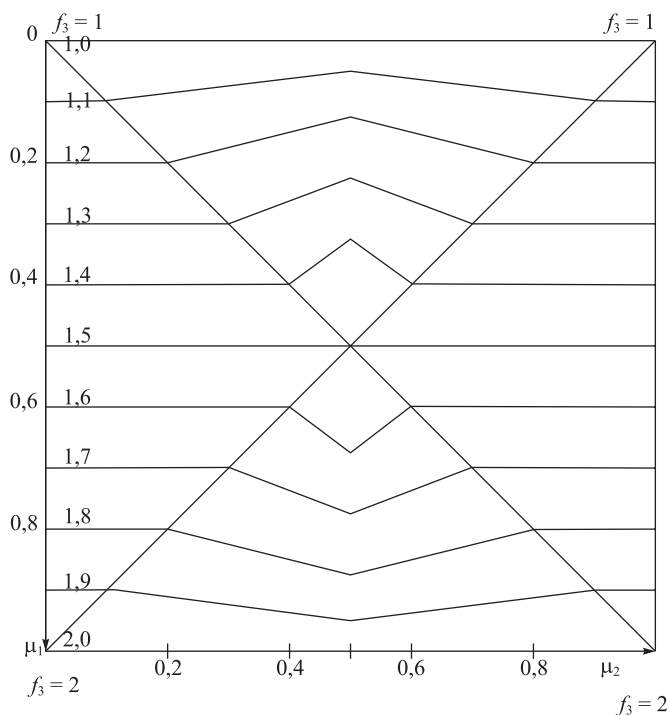


Рис. 16. Проекция линий изопрайса f_3 на область определения

что говорит о пропорциональной зависимости $\hat{X}_c(\mu)$.

Линия BE характеризуется отношением

$$\mu_1 = 1 - \mu_2, \quad \mu_2 = 1 - \mu_1, \quad (105)$$

откуда для $\mu_1 \in [0, 0,5]$, $\mu_2 \in [0, 0,5]$ (OE)

$$\tilde{X} = \frac{1}{1 - \mu_1} + \frac{2}{\max((1 - \mu_1), \mu_1, \mu_2)} = \frac{1}{1 - \mu_1} + \frac{2}{\mu_1}, \quad (106)$$

что повторяет промежуточный результат, а для $\mu_1 \in [0, 0,5]$, $\mu_2 \in [0,5, 1]$

$$\tilde{X} = \frac{1}{1 - \mu_2} + \frac{2}{\mu_2}. \quad (107)$$

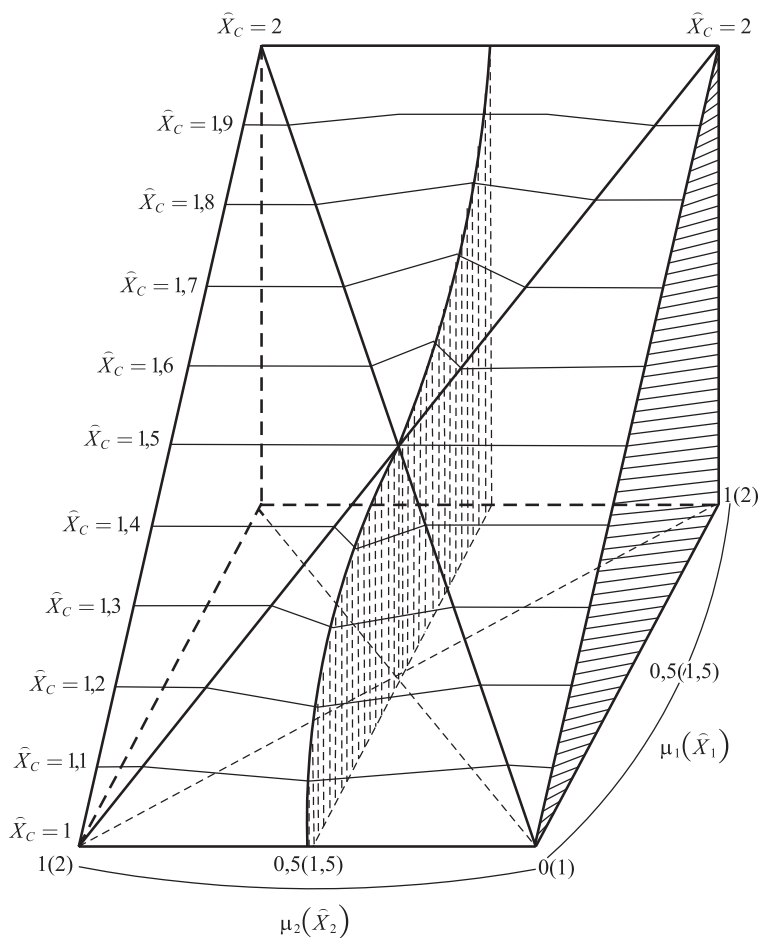


Рис. 17. Изопрайсы $\hat{X}_c$ функции свертки f_3 переменных $\hat{X}_1$ и $\hat{X}_2$

Линия OH характеризуется отношениями

$$\mu_1 \in [0,5, 1], \quad (108)$$

$$\mu_2 = 0,5 = 1 - \mu_2, \quad (109)$$

откуда следует значение свертки f_4

$$\tilde{X} = \frac{1}{1 - \mu_1} + \frac{2}{0,5}. \quad (110)$$

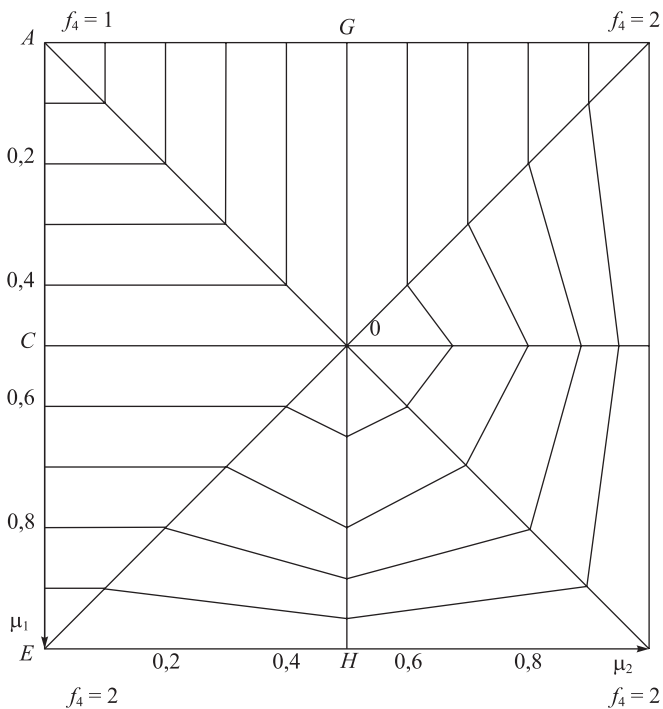


Рис. 18. Проекция линий изопрайса f_4 на область определения

и уравнение проекций изопрайса:

$$\hat{X}_C = \frac{2 - \mu_1}{1,5 - \mu_1}, \quad (111)$$

или
$$\mu_1 = \frac{1,5\hat{X}_C - 2}{\hat{X}_C - 1}. \quad (112)$$

Линия OC характеризуется отношениями

$$\mu_1 = 0,5 = 1 - \mu_1, \quad (113)$$

$$\mu_2 \in [0, 0,5], \quad (114)$$

откуда
$$\tilde{X} = \frac{1}{0,5} + \frac{2}{0,5}. \quad (115)$$

Из выражения (115) следует горизонтальность изопрайсы и становится понятной геометрическая интерпретация под области определения функции свертки f_4 (рис. 19).

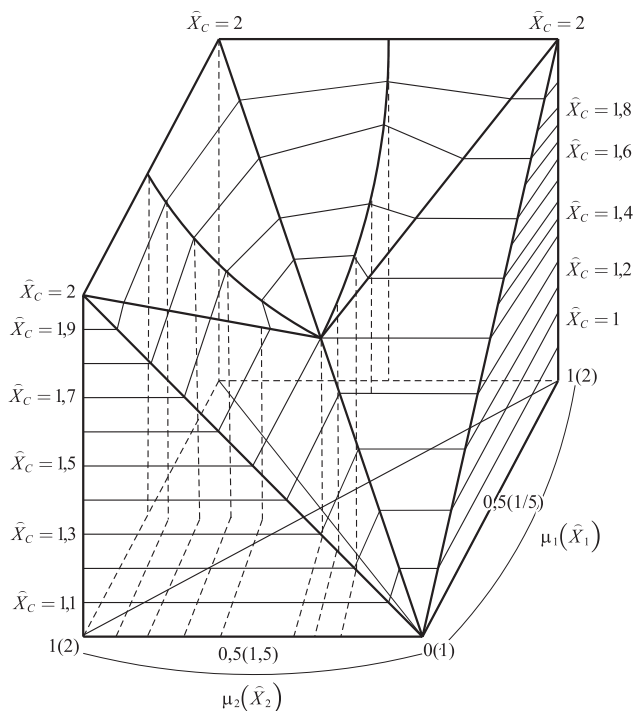


Рис. 19. Изопрайсы $\hat{X}_C$ функции свертки f_4 переменных $\hat{X}_1$ и $\hat{X}_2$

Подобласть определения вида (15)

По схеме рис. 7, е выражение (19) с учетом выражения (15) примет вид

$$\begin{aligned} \tilde{X} = & \frac{1}{\min((1 - \mu_1), (1 - \mu_2))} + \\ & + \frac{2}{\max(\min(1 - \mu_1), \mu_2), \min(\mu_1, (1 - \mu_2)))} + \frac{3}{\min(\mu_1, \mu_2)}. \end{aligned} \quad (116)$$

Исследуем «каркас» функции свертки f_5 с целью установления проекций изопрайс этой функции согласно области определения (рис. 20).

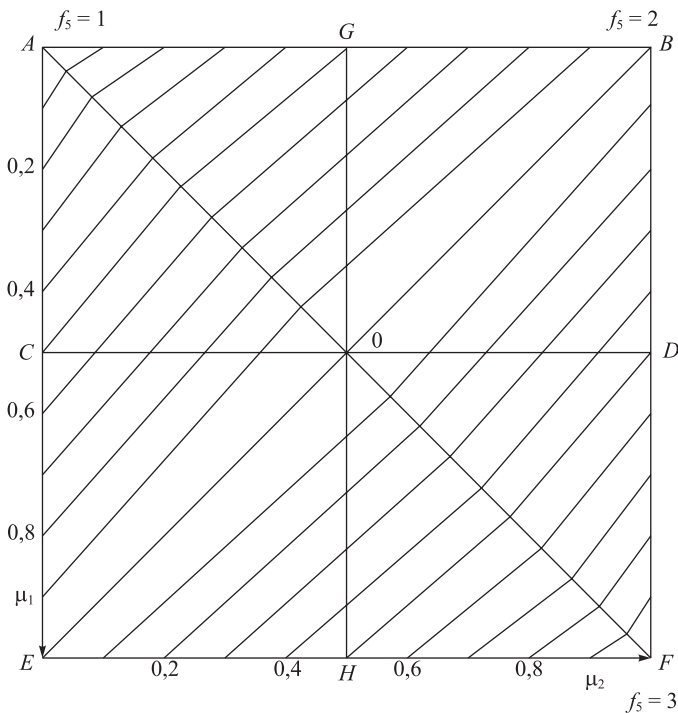


Рис. 20. Проекция линий изопрайс f_5 на область определения

Изопрайсы $\hat{X}_C$ свертки f_5 ($\hat{X}_1, \hat{X}_2$) представлены на рис. 21.

Линия AF , для которой справедливо отношение $\mu_1 = \mu_2 = \mu$, имеет упрощенное описание для случая $\mu \leq 0,5$:

$$\tilde{X} = \frac{1}{1-\mu} + \frac{2}{\mu} + \frac{3}{\mu}, \quad (117)$$

откуда
$$\hat{X}_C = \frac{1+4\mu}{1+\mu}, \quad \hat{X}_C \in [1, 2] \quad (118)$$

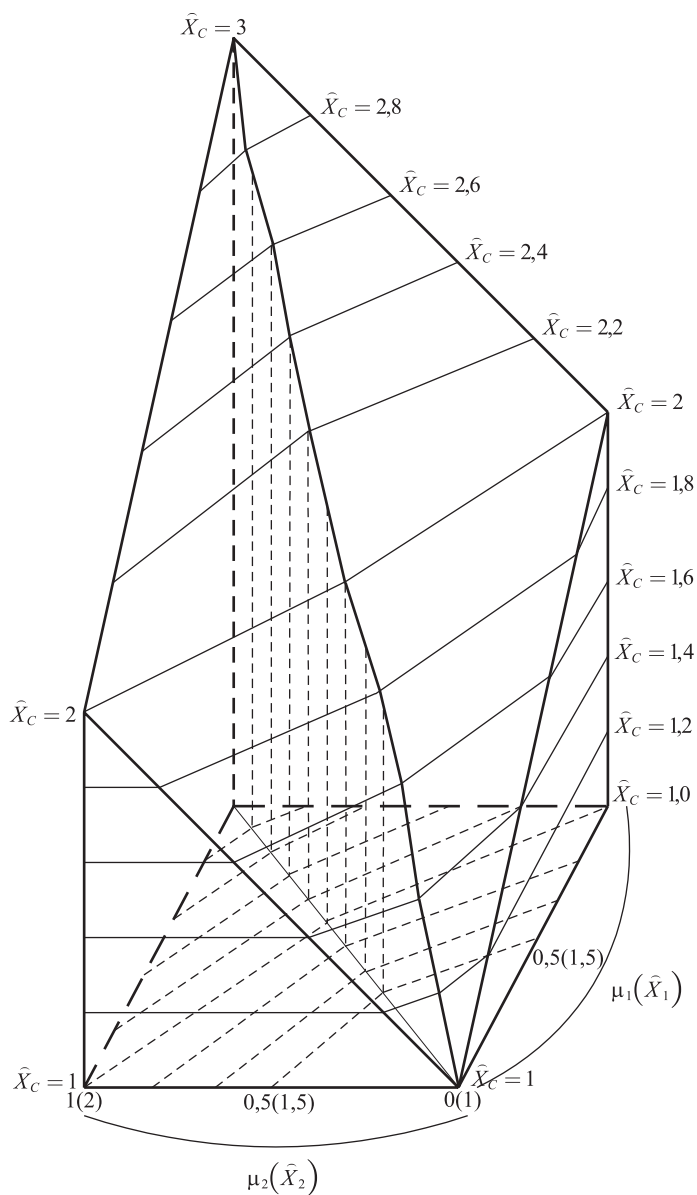


Рис. 21. Изопрайсы $\hat{X}_C$ свертки f_5 двух переменных $\hat{X}_1$ и $\hat{X}_2$

$$\text{и} \quad \mu = \frac{\hat{X}_C - 1}{4 - \hat{X}_C}, \quad (119)$$

а для случая $\mu \geq 0,5$

$$\tilde{X} = \frac{1}{1-\mu} + \frac{2}{1-\mu} + \frac{3}{\mu}, \quad (120)$$

$$\hat{X}_C = \frac{3}{2-\mu}, \quad (121)$$

$$\mu = \frac{2\hat{X}_C - 3}{\hat{X}_C}. \quad (122)$$

Линия EB , для которой соотношение условий меняется: $\mu_1 = 1 - \mu_2$, $\mu_2 = 1 - \mu_1$, имеет описание для случая $\mu_1 < \mu_2$ (линия OB)

$$\tilde{X} = \frac{1}{1-\mu_2} + \frac{2}{\mu_2} + \frac{3}{1-\mu_2}, \quad (123)$$

$$\hat{X}_C = 2. \quad (124)$$

Линия OG характеризуется отношениями

$$\mu = 0,5, \mu_1 \in [0, 0,5]. \quad (125)$$

$$\text{Тогда} \quad \tilde{X} = \frac{1}{0,5} + \frac{2}{0,5} + \frac{3}{\mu_1}, \quad (126)$$

$$\hat{X}_C = \frac{1,5 + 3\mu_1}{1 + \mu_1}, \quad \hat{X}_C \in [1,5, 2]. \quad (127)$$

$$\mu_1 = \frac{\hat{X}_C - 1,5}{3 - \hat{X}_C}. \quad (128)$$

Для случая $\mu_2 \in [0,5, 1]$ $\mu_1 = 0,5$ (линия OD):

$$\tilde{X} = \frac{1}{1-\mu_2} + \frac{2}{0,5} + \frac{3}{0,5}, \quad (129)$$

$$\hat{X}_C = \frac{3,5 - \mu_2}{2 - \mu_2}, \quad \hat{X}_C \in [2, 2,5]. \quad (130)$$

$$\mu_2 = \frac{2\hat{X}_C - 3,5}{\hat{X}_C - 1}. \quad (131)$$

В заключение исследования функции свертки нечетких переменных построим процедуру вычисления значений этой функции для более общего случая, предусматривающего допустимость заполнения матрицы свертки нечеткими данными искомой функции в узлах, соответствующих целочисленным сочетаниям аргументов.

С целью уменьшения громоздкости вывода введем следующие формализмы.

Произвольные значения нечетких аргументов в дефазифицированной форме обозначим как $X_1 = A_1, B_1$, $X_2 = A_2, B_2$, где $A_1, A_2 \in [1, 4]$ — целые части значений, а $B_1, B_2 \in (0, 1)$ — дробные части. Тогда нечеткие аргументы свертки в фазифицированной форме с учетом принятой модели нечеткого числа примут вид

$$\tilde{X}_1 = \frac{A_1}{(1 - B_1)} + \frac{(A_1 + 1)}{B_1},$$

$$\tilde{X}_2 = \frac{A_2}{(1 - B_2)} + \frac{(A_2 + 1)}{B_2}.$$

Аналогичным образом представим нечеткие значения свертки в узлах матрицы в дефазифицированной и фазифицированной формах соответственно:

$$X_{11} = X_{11}(A_1, A_2) = A_{11}, B_{11},$$

$$\tilde{X}_{11} = \frac{A_{11}}{1 - B_{11}} + \frac{A_{11} + 1}{B_{11}},$$

$$X_{12} = X_{12}(A_1, (A_2 + 1)) = A_{12}, B_{12},$$

$$\tilde{X}_{12} = \frac{A_{12}}{1 - B_{12}} + \frac{A_{12} + 1}{B_{12}},$$

$$X_{21} = X_{21}((A_1 + 1), A_2) = A_{21}, B_{21},$$

$$\tilde{X}_{21} = \frac{A_{21}}{1 - B_{21}} + \frac{A_{21} + 1}{B_{21}},$$

$$X_{22} = X_{22}((A_1 + 1), (A_2 + 1)) = A_{22}, B_{22},$$

$$\tilde{X}_{22} = \frac{A_{22}}{1 - B_{22}} + \frac{A_{22} + 1}{B_{22}}.$$

В соответствии с выражением (1.2) поэтапно строим процедуру свертки, опуская лишь заключительную функцию $\sup$, аргументы которой выясняются при контекстных обстоятельствах:

$$\begin{aligned} \tilde{X} &= \frac{X_{11}}{\min((1 - B_1), (1 - B_2))} + \frac{X_{12}}{\min((1 - B_1), B_2)} + \\ &+ \frac{X_{21}}{\min(B_1, (1 - B_2))} + \frac{X_{22}}{\min(B_1, B_2)} = \\ &= \frac{A_{11}}{\min((1 - B_{11}), (1 - B_1), (1 - B_2))} + \\ &+ \frac{A_{11} + 1}{\min(B_{11}, (1 - B_1), (1 - B_2))} + \\ &+ \frac{A_{12}}{\min((1 - B_{12}), (1 - B_1), B_2)} + \\ &+ \frac{A_{12} + 1}{\min(B_{12}, (1 - B_1), B_2)} + \frac{A_{21}}{\min((1 - B_{21}), B_1, (1 - B_2))} + \\ &+ \frac{A_{21} + 1}{\min(B_{21}, B_1, (1 - B_2))} + \frac{A_{22}}{\min((1 - B_{22}), B_1, B_2)} + \\ &+ \frac{A_{22} + 1}{\min(B_{22}, B_1, B_2)}. \end{aligned} \tag{132}$$

Полученное выражение дефазифицируется обычным образом. Его справедливость подтверждена совпадением топологий матрицы, полученной в ходе вычисления транзитив-

ного замыкания, и выявленной при этом матрицы, но уже в соответствии с новой процедурой, обслуживающей свертки с нечетким наполнением (рис. 22, 23). Некоторые расхождения обусловлены погрешностью вычислений транзитивного замыкания, зависящей от шага дискретности используемого в нем табличного метода.

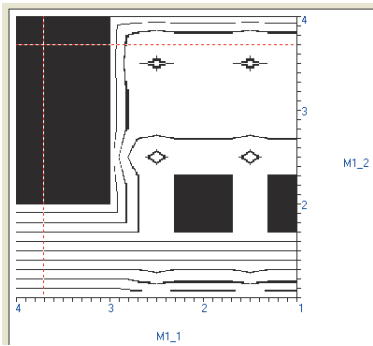


Рис. 22. Топология матрицы транзитивного замыкания с нечетким наполнением

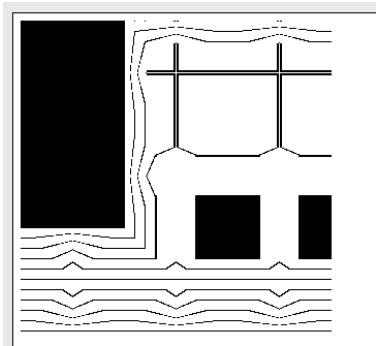


Рис. 23. Топология матрицы (рис. 21), вычисленная по выражению (132)

Вычислительный эксперимент выполнялся на программном комплексе «Декон-табл». Основное назначение приведенного выше отношения заключается в коррекции рефлексивных матриц свертки по результатам наблюдений.

Приложение 2

Программа дополнительного образования «Управление проектами (технологии современного менеджмента)»

Федеральное агентство по образованию ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Центр дополнительного образования работников строительной отрасли «СтройНЭКСТ»

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

**дополнительной профессиональной образовательной
программы повышения квалификации работников
строительного комплекса «Управление проектами
(управление организационными системами)»
(на базе аккредитованной образовательной программы
«Экспертиза и управление недвижимостью» (код 270115))**

Цель — развитие навыков и освоение методов поддержки принимаемых решений в области управления проектами (управления организационными системами).

Задача — подготовка специалистов, умеющих корректно формализовать задачи принятия решений с учетом человеческого фактора и обосновывать выбор лучшего варианта посредством использования современных менеджмент-технологий, построенных на основе моделей предпочтений участников бизнес-процессов в организационных системах

Категория слушателей — руководящие работники, аналитики и менеджеры предприятий отрасли.

Срок обучения — 100 часов.

Форма обучения — с частичным отрывом и без отрыва от работы.

Режим занятий — 20 учебных дней по 5 аудиторных часов в день.

№ п/п	Наименование разделов и дисциплин	Всего часов	Лекции	Практ. занятия	Форма контроля
<i>Методологические основы управления проектами</i>					
1	Введение в специальность «Управление проектами»	3	3	–	–
2	Человеческий фактор в управлении проектами	2	2	–	–
	Итого по разделу:	5	5	–	Зачет
<i>Теоретические и прикладные основы менеджмент-технологий</i>					
3	Проблемы моделирования человеческих предпочтений	2	2	–	–
4	Конструирование механизмов комплексного оценивания	18	8	10	–
5	Функциональные возможности технологии «Декон-изопрайс»	15	5	10	–
	Итого по разделу:	35	15	20	Зачет
<i>Методические основы поддержки принятия решений в задачах управления проектами</i>					
6	Комплексное оценивание объектов отрасли	15	–	15	–
7	Проведение конкурсов, тендеров, торгов	10	–	10	–
8	Системы управления развитием объектов отрасли	15	–	15	–
9	Поддержка принятия решений в организационных системах со сложной структурой	20	–	20	–
	Итого по разделу:	60	–	60	Зачет
	Всего:	100	20	80	Экзамен

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
дополнительной профессиональной образовательной
программы повышения квалификации работников
строительного комплекса «Управление проектами
(управление организационными системами)» (на базе
аккредитованной образовательной программы
«Экспертиза и управление недвижимостью» (код 270115)

Цель — развитие навыков и освоение методов поддержки принимаемых решений в области управления проектами (управления организационными системами).

Задача — подготовка специалистов, умеющих корректно формализовать задачи принятия решений с учетом человеческого фактора и обосновывать выбор лучшего варианта посредством использования современных менеджмент-технологий, построенных на основе моделей предпочтений участников бизнес-процессов в организационных системах.

Категория слушателей — руководящие работники и менеджеры предприятий отрасли.

Срок обучения — 100 часов.

Форма обучения — с частичным отрывом и без отрыва от работы.

Режим занятий — 20 учебных дней по 5 аудиторных часов в день.

№ п/п	Наименование разделов, дисциплин и тем	Всего часов	Лекции	Практ. занятия	Форма контроля
<i>Методологические основы управления проектами</i>					
1	Введение в специальность «Управление проектами»	3	3	—	—
2	Человеческий фактор в управлении проектами	2	2	—	—
	Итого по разделу:	5	5	—	Зачет
<i>Теоретические и прикладные основы менеджмент-технологий</i>					
3	Проблемы моделирования человеческих предпочтений	2	2	—	—
4	Конструирование механизмов комплексного оценивания (МКО)	18	8	10	—

4.1	Структурное проектирование МКО	8	4	4	–
4.1.1	Разработка деревьев комплексного оценивания	2	–	2	–
4.1.2	Построение функций приведения и выведения	2	–	2	–
4.2	Параметрическое проектирование МКО	8	4	4	–
4.2.1	Синтез канонических матриц свертки	2	–	2	–
4.2.2	Синтез «свободных» матриц свертки	2	–	2	–
4.3	Оценка адекватности и документирование МКО	2	–	2	–
5	Функциональные возможности технологии «Декон-изопрайс»	15	5	10	–
5.1	Комплексное оценивание текущего состояния объектов	2	1	1	–
5.2	Ранжирование объектов комплексного оценивания	3	–	3	–
5.3	Оценка чувствительности матриц свертки	2	1	1	–
5.4	Оценка чувствительности моделей предпочтений	2	1	1	–
5.5	Транзитивное замыкание на деревьях комплексного оценивания	2	1	1	–
5.6	Построение траекторий развития объектов	1	–	1	–
5.7	Построение композиций МКО (игровые модели)	3	1	2	–
	Итого по разделу:	35	15	20	Зачет
<i>Методические основы поддержки принятия решений в задачах управления проектами</i>					
6	Комплексное оценивание объектов отрасли	15	–	15	–
6.1	Оценки объектов недвижимости	5	–	5	–
6.2	Контроль качества	5	–	5	–
6.3	Кадастровое оценивание	5	–	5	–
7	Проведение конкурсов (тендеров, торгов)	10	–	10	–

7.1	Конкурсы проектов	1	–	1	–
7.2	Конкурсы должностных вакансий	5	–	5	–
7.3	Конкурсы подрядчиков	2	–	2	–
7.4	Конкурсы управляющих компаний	2	–	2	–
8	Системы управления развитием объектов отрасли	15	–	15	–
8.1	Управление социально-экономическим развитием региональных, муниципальных и отраслевых образований	2	–	2	–
8.2	Стимулирование исполнителей проектов	3	–	3	–
8.3	Обоснование вариантов проекта выпуска конкурентоспособной продукции	5	–	5	
8.4	Управление распродажей строящегося жилья	5	–	5	–
9	Поддержка принятия решений в организационных системах со сложной структурой	20	–	20	–
9.1	Банковские системы кредитования строительных проектов	5	–	5	–
9.2	Модели рынка недвижимости	5	–	5	–
9.3	Трансферт инвестиционно-инновационных отношений в информационно распределенную сеть	5	–	5	–
9.4	Управление капитализацией в ЖКХ	5	–	5	–
	Итого по разделу:	60		60	Зачет
	Всего:	100	20	80	Экзамен

Организационно-методические указания к обеспечению учебного процесса

В результате повышения квалификации «Управление проектами (технологии современного менеджмента)»

слушатель должен **знать:**

- закономерности возникновения и существо проблем принятия решений при управлении проектами (органи-

зационными системами), включая учет человеческого фактора;

- теоретические и прикладные основы моделирования предпочтений участников организационных систем, принимающих решения;
- функциональные возможности технологий современного менеджмента класса «Декон-изопрайс»;
- методические основы поддержки принятия решений в задачах управления проектами по технологии «Декон-изопрайс»;

владеть:

- технологиями современного менеджмента, основываясь на технологиях класса «Декон-изопрайс»;
- моделированием предпочтений участников организационных систем;
- комплексным оцениванием объектов отрасли по технологии «Декон-изопрайс»;
- методикой разработки механизмов проведения конкурсов, тендеров, торгов по технологии «Декон-изопрайс»;
- методикой управления развитием объектов отрасли на основе технологий «Декон-изопрайс»;
- основами методики поддержки принятия решений в организационных системах управления проектами со сложной структурой по технологии «Декон-изопрайс».

При изучении дисциплины основное внимание преподавателей должно быть сосредоточено на практическом освоении слушателями технологий «Декон-изопрайс» и развитии навыков нахождения и постановки проблем в отрасли, решаемых на основе технологий «Декон-изопрайс», что отражается в защищаемой ими выпускной работе «Бизнес-план внедрения технологий современного менеджмента на предприятии ...».

Научное издание

**Харитонов Валерий Алексеевич,
Белых Андрей Алексеевич**

**ТЕХНОЛОГИИ
СОВРЕМЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА**

Редактор и корректор Л. С. Лыкова

Подписано в печать 22.10.2007. Формат 90 × 60/16.

Усл. печ. л. 11,88. Тираж 100 экз.

Заказ № 191/2007.

Издательство

Пермского государственного технического университета.

Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29, к. 113.

Тел.: (342) 219-80-33.