

На правах рукописи



Шайдулин Роман Фаритович

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ  
РЕШЕНИЙ  
В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ  
(НА ПРИМЕРЕ ГОРОДСКИХ ЛЕСХОЗОВ)**

Специальность: 08.00.13 – математические  
и инструментальные методы экономики

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Пермь 2012

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

<b>Научный руководитель</b>	кандидат технических наук, доцент Белых Андрей Алексеевич
<b>Научный консультант</b>	Заслуженный работник Высшей школы РФ, доктор технических наук, профессор Харитонов Валерий Алексеевич
<b>Официальные оппоненты</b>	доктор физико-математических наук, профессор Панюков Анатолий Васильевич;  кандидат экономических наук Архипов Андрей Валерьевич
<b>Ведущая организация</b>	ФГБОУ ВПО Уральский государственный лесотехнический университет

Защита состоится 29 мая 2012 г. в 10 часов на заседании диссертационного Совета ДМ 212.189.07 при ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» по адресу: 614990, г. Пермь, ул. Букирева 15, корпус 1, зал заседаний Ученого совета.

С диссертацией можно ознакомиться в центральном зале научной библиотеки ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», с авторефератом – в библиотеке и на сайте Пермского государственного национального исследовательского университета [www.psu.ru](http://www.psu.ru).

Автореферат разослан 26 апреля 2012 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор экономических  
наук, доцент



Т.В. Мирюлюбова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Управление сложными объектами осуществляется с использованием систем поддержки принятия решений (СППР), характеризующихся большим числом разнообразных связей между элементами и необходимостью их интерпретации с позиций лиц принимающих решения (ЛПР) и других участников этого процесса, несущих ответственность за решение задач выбора наиболее предпочтительных направлений развития объекта, т.е. с учетом человеческого фактора.

Совершенствование СППР в современных условиях тесно связано с обеспечением таких свойств процессов поддержки принятия решений, как высокий уровень обоснованности, прозрачности и документированности управленческих решений.

Выполнение этих требований, в свою очередь, следует связывать, с одной стороны, с развитием базовых (универсальных) инструментальных средств моделирования ключевых элементов всякой СППР - предпочтений всех заинтересованных лиц. С другой стороны с той же целью для каждого типа сложных объектов возникает проблема разработки специальных инструментальных средств более узкого применения по сравнению с базовыми, что объясняется различными проявлениями сложности рассматриваемых объектов управления.

Увеличение базовой составляющей инструментальных средств СППР приводит к увеличению объема программного продукта и, как следствие, к снижению быстродействия. Противоположный подход, связанный с выделением приоритета специальных инструментальных средств, приводит к увеличению себестоимости и времени разработки СППР.

Существование данной проблемы подтверждается рядом проведенных исследований по управлению сложными социально-экономическими объектами, использовавших эвристические подходы к её решению, что является оправданным для объектов относительно ограниченной сложности, не охватывающей «сложность развития». Последнее является неотъемлемой частью социально-экономических систем включающих биологические объекты, свойства которых способны существенно повлиять на обоснование соотношения и функционального наполнения базовых и специальных инструментальных средств систем поддержки принятия решений. Поэтому в качестве примера в данном исследовании рассматривается муниципальное учреждение типа «городской лесхоз».

**Актуальность** данного исследования состоит в востребованности достаточного обоснования требований к соотношению и функциональному наполнению базовых и специальных инструментальных средств систем поддержки принятия решений в задачах управления сложными объектами.

**Степень разработанности проблемы.** Задачами управления социально-экономическими системами, характеризующимися достаточной степенью самостоятельности составляющих их активных элементов, после обобщения принципов управления на живые системы и общество Норбертом Винером, занимались известные специалисты В.Н. Бурков, С.Н. Петраков, А.В. Щепкин,

М.В. Губко, С.П. Мишин, Н.А. Коргин, А.А. Воронин, А.Г. Чхартишвили, А.П. Каратаев и другие, отмечая сложность синтеза управлений, учитывающих несовпадение интересов участников процесса, однако роль и формы проявления человеческого фактора в различных фазах управленческой деятельности рассмотрены не в полном объеме.

Проблемы учета влияния человеческого фактора в задачах управления социально-экономическими системами как сложными объектами нашли глубокое отражение в трудах по теории нечетких множеств, игр, организационных систем, в области рыночных отношений и квалиметрии таких авторов, как Л. Заде, Э.А. Трахтенгерц, Ю.Б. Гермейер, А.И. Орлов, Д.А. Поспелов, В.Н. Бурков, Д.А. Новиков, П. Самуэльсон, У. Барнетт, Жак Дрез, Томас Сарджент, Роберт Ауманн, Г.Г. Азгольдов и других. В тоже время проблемы управления социально-экономическими системами с учетом человеческого фактора в не достаточной степени были увязаны с проблемами повышения эффективности систем поддержки принятия решений.

В теорию принятия решений, составляющую теоретический базис СППР, большой вклад сделан зарубежными и отечественными учеными, такими как В.И. Воропаев, С.М. Любкин, Д.А. Новиков, С.В. Леонтьев, С.Е. Гилев, А.И. Орлов, К.В. Балдин, С.Н. Воробьев и другими. При этом не уделялось достаточного внимания моделированию поведения участников принятия решений в задачах выбора на основе моделей их предпочтений, либо используемый класс моделей носил преимущественно линейный характер, неоправданно упрощая модели субъектов управления в СППР.

Известные методы моделирования предпочтений, в том числе на основе деревьев критериев и матриц свертки, обсуждаемые в работах Мазура, В.Н. Буркова, Д.А. Новикова, В.А. Харитоновна, А.А. Белых и др., характеризуются ограниченными функциональными возможностями, недостаточно развитым научно-методическим аппаратом обоснования вариантов агрегирования частных критериев матрицами свертки и моделирования коллективных предпочтений, а также соотношения и функционального наполнения базовых (универсальных, заданным уровнем инжинирингово-управленческих компетенций (ИУК)) и специальных инструментальных средств СППР.

Проблемы разработки специальных инструментальных средств для СППР различного назначения затрагивались в работах А.В. Генералова, И.В. Елоховой, М.Р. Камалетдинова, К.А. Гуреева, А.О. Алексеева, М.В. Лыкова и других.

Проблемы устойчивого развития эколого-экономических систем обсуждались в работах В.Н. Буркова, Д.А. Новикова, А.В. Щепкина, Н.Н. Моисеева, В.А. Коптюга, В.М. Матросова, В.И. Данилова-Данильяна и других авторов.

Из вышесказанного следует, что вопросы совершенствования инструментальных средств СППР в задачах управления сложными социально-экономическими объектами разработаны недостаточно и требуют детального исследования как в концептуальном так и прикладном отношении, ориентируясь на более обоснованные подходы к улучшению соотношений

базовых и специальных инструментальных средств. Предложенные рекомендации имеют большое значение для задач управления особо сложными объектами с признаками «сложности развития», например, такими как городской лесопарк.

**Цель и задачи исследования.** Целью исследования является повышение эффективности систем поддержки принятия решений в задачах управления сложными социально-экономическими объектами путем обоснования соотношения и вариантов реализации базовых и специальных инструментальных средств.

Достижение данной цели потребовало постановки и решения следующих частных научных задач:

- 1) разработка концепции обоснования соотношения базовых и специальных инструментальных средств поддержки принятия решений в задачах управления сложными социально-экономическими объектами;
- 2) разработка аппарата поддержки обоснования соотношения базовых (универсальных) и специальных инструментальных средств;
- 3) разработка механизмов преобразования «физических» и качественных систем координат описания объектов комплексного оценивания;
- 4) создание базовых инструментальных средств разработок моделей индивидуальных и коллективных предпочтений;
- 5) создание базовых инструментальных средств исследования моделей предпочтений;
- 6) разработка специальных инструментальных средств моделирования объекта управления – городского лесопарка;
- 7) разработка специальных инструментальных средств поддержки принятия решений субъектом управления – городским лесхозом.

**Объектом исследования** являются муниципальные учреждения по управлению городскими лесопарками.

**Предметом исследования** являются процессы поддержки принятия решений в задачах управления сложными социально-экономическими объектами типа городской лесопарк.

**Теоретической и методической основой исследования** являются труды отечественных и зарубежных ученых в области моделирования индивидуальных и коллективных предпочтений, теории управления организационными системами, теории нечетких множеств, теории дискретной математики, теории математического анализа, систем поддержки принятия решений, в том числе при управлении сложными социально-экономическими объектами.

При выполнении диссертационной работы использовались методы системного анализа, комплексного оценивания, математического и экономического анализа.

**Область исследования.** Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 08.00.13 – «Математические и инструментальные методы экономики» по пунктам:

п. 2.2. «Конструирование имитационных моделей как основы экспериментальных машинных комплексов и разработка моделей экспериментальной экономики для анализа деятельности сложных социально-экономических систем и определения эффективных направлений развития социально-экономической и финансовой сфер».

п. 2.3. «Разработка систем поддержки принятия решений для рационализации организационных структур и оптимизации управления экономикой на всех уровнях».

**Научная новизна** диссертационной работы. В процессе исследования автором получены следующие научные положения, являющиеся предметом защиты и определяющие научную новизну работы:

1. Разработанная концепция обоснования соотношения базовых и специальных инструментальных средств для задач управления сложными социально-экономическими объектами, поддержанная аппаратом мнемонических схем описания процессов поддержки принятия решений, может служить в качестве конструктивного теоретического базиса для повышения эффективности систем поддержки принятия решений.

2. Созданные базовые инструментальные средства моделирования индивидуальных и коллективных предпочтений, благодаря своей универсальности, способствуют снижению себестоимости СППР и времени её разработки.

3. Созданные специальные инструментальные средства моделирования объекта (городского лесопарка) и субъекта управления (городского лесхоза) обеспечивают устойчивое развитие городского лесопарка.

#### **Теоретическая и практическая значимость научного исследования.**

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке концепции обоснования соотношения базовых и специальных инструментальных средств для задач управления сложными объектами, поддержанной аппаратом мнемонических схем описания процессов поддержки принятия решений, и инструментальных средств, способствующих снижению себестоимости и времени разработки СППР, повышению быстродействия и снижению объема программных продуктов.

Практическая значимость исследования состоит в предоставлении новых возможностей обеспечения устойчивого развития лесопарков.

**Апробация работы.** Основные результаты работы докладывались на:

– международных научно-практических конференциях «Теория активных систем – 2007, 2009», г. Москва, Россия, 8–9 октября 2007 г., 17–19 октября 2009 г.;

– семинарах «Теория управления организационными системами» в Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, г. Москва, 11 декабря 2008 г., 18 октября 2009 г.;

– научно-практических конференциях студентов, аспирантов, молодых ученых строительного факультета ПГТУ «Строительство, Архитектура.

Теория и практика», г. Пермь, 4 декабря 2007 г., 10–11 декабря 2008 г., 16–17 декабря 2009 г.;

– Всероссийской научно-практической конференции «Инновационный потенциал аграрной науки – основа развития АПК», г. Пермь, 21 ноября 2008 г.;

– VI Всероссийской школе-семинаре молодых ученых «Управление большими системами-2009», г. Ижевск, 31 августа – 5 сентября 2009 г.;

– Всероссийском конкурсе молодых ученых по теории управления и ее приложениям, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, г. Москва, 1 мая 2010 г.;

– VII Международной школе-конференции молодых ученых «Управление большими системами 2010», г. Пермь, Россия, 27–29 мая 2010 г.

Результаты исследования использовались при выполнении научно-исследовательской работы «Оценка экологической ситуации в особо охраняемой природной территории местного значения «Черняевский лесопарк» по заказу Управления по экологии и природопользованию администрации города Перми, а также в учебном процессе Пермского национального исследовательского политехнического университета, Пермской государственной сельскохозяйственной академии имени академика Д.Н. Прянишникова.

**Публикации.** Основные результаты диссертации опубликованы в 24 научных работах (в соавторстве 24), в том числе 5 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ, 3 работы в ведущих рецензируемых журналах, определенных Высшей аттестационной комиссией (общий объем указанных публикаций составил более 4 п.л.).

**Структура работы.** Работа изложена на 155 страницах машинописного текста, состоит из введения, трех разделов, заключения и приложения. Работа иллюстрирована 5 таблицами, 95 рисунками. Библиографический список содержит 121 наименование литературных источников.

Во **введении** обоснована актуальность исследуемой проблемы, сформулированы цель работы, объект и предмет исследования, научная новизна и практическая значимость полученных результатов, их апробация.

В **первом** разделе – «Анализ современных требований к системам поддержки принятия решений в задачах управления сложными объектами» – проводится анализ задач управления сложными объектами в современных условиях на примере муниципальных учреждений лесного хозяйства, проблем разработки инструментальных средств поддержки принятия решений в задачах управления сложными объектами и формулируется концепция обоснования соотношения базовых и специальных инструментальных средств для задач управления сложными объектами, дополняемая аппаратом поддержки в форме мнемонических схем описания моделей предпочтений для создания полного и совокупного их описания. По результатам анализа производится обоснование состава частных задач исследования.

Во **втором** разделе – «Разработка базовых инструментальных средств моделирования предпочтений» – разрабатываются механизмы преобразования «физических» и качественных систем координат описания объектов комплексного оценивания на основе функций приведения характеристик этих объектов к стандартной шкале комплексного оценивания, базовые инструментальные средства разработки моделей предпочтений с различными подходами к обеспечению их адекватности предпочтениям лица принимающего решение, базовые инструментальные средства исследования моделей предпочтений с учетом содержания задач исследования и требований к уровню инжинирингово-управленческих компетенций;

В **третьем** разделе – «Разработка специальных инструментальных средств моделирования объекта и субъекта управления устойчивым развитием городского лесопарка» – разрабатываются специальные инструментальные средства моделирования объекта управления – городского лесопарка с различными уровнями агрегирования и декомпозиции с использованием процедуры группирования по существенным биологическим признакам на основе кластерного подхода, ГИС-систем, а также специальные инструментальные средства поддержки принятия решений субъектом управления – городским лесхозом, которые опираются на концепцию сдерживания негативных воздействий и рекреационной значимости проводимых мероприятий.

В **заключении** содержатся основные выводы теоретического и практического характера, намечены возможные направления дальнейших исследований.

## **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ**

**1. Разработанная концепция обоснования соотношения базовых и специальных инструментальных средств для задач управления сложными социально-экономическими объектами, поддержанная аппаратом мнемонических схем описания процессов поддержки принятия решений, может служить в качестве конструктивного теоретического базиса для повышения эффективности систем поддержки принятия решений.**

Анализ задач управления сложными объектами в соответствии с обобщенными принципами управления, сформулированными еще Норбертом Винером, приводит к структурной схеме, представленной на рисунке 1.

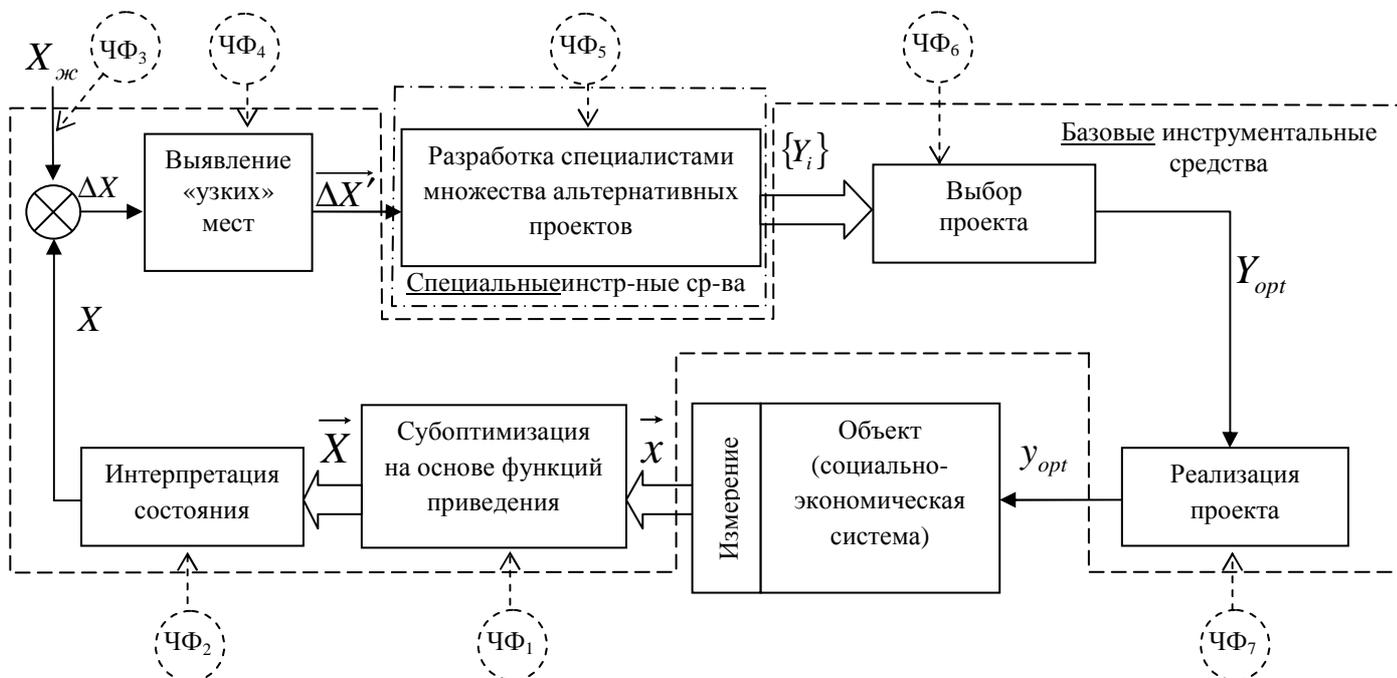


Рис.1. Обобщенная схема управления сложным объектом

Принцип измерения – предполагает определение текущего состояния объекта управления, которое не совпадает со значениями множества существенных характеристик  $\vec{x}$  объекта управления. Устранение этого несоответствия делает необходимым субоптимизацию переменных на основе функций приведения, т.е. их перевод в частные критерии, где происходит первое проявление человеческого фактора (субъективизма) ЧФ<sub>1</sub>. Эта процедура создает условия для свертки частных критериев  $\vec{X}$  в комплексный  $X$  на основе её интерпретации ЛПР в виде модели предпочтений (ЧФ<sub>2</sub>).

Задание желаемого значения  $X_{жс}$  состояния объекта управления является очередным проявлением человеческого фактора (ЧФ<sub>3</sub>) и способствует реализации принципа обратной связи путем формирования рассогласования  $\Delta X$ .

Выявление «узких» мест связано с выбором на основе предпочтений ЛПР (ЧФ<sub>4</sub>) среди допустимых состояний объекта управления изменений характеристик объекта  $\vec{\Delta X}'$ , приводящих к желаемой коррекции его состояния.

Разработка множества альтернативных проектов (управлений)  $\{Y_i\}$  может быть возложена на специалистов (ЧФ<sub>5</sub>) в форме технического задания. Среди предлагаемых проектов ЛПР (ЧФ<sub>6</sub>) должен сделать выбор наилучшего  $Y_{opt}$  в рамках его предпочтений, принимающих во внимание обстоятельства его реализации. Реализация управления  $Y_{opt}$  осуществляется в соответствии с рекомендациями теории управления проектами и человеческим фактором (ЧФ<sub>7</sub>).

Обобщенная схема управления разделяет инструментальные средства на две группы – базовые и специальные. Базовые инструментальные средства

обеспечивают функциональную полноту построения (таблица 1) и исследования моделей (таблица 2) предпочтений.

Таблица 1 – Функциональность базовых инструментальных средств при построении моделей

Базовые инструментальные средства (БИС)		Декон	Декон-изопрайс	Декон-табл	Опер-декон	Активная экспертиза	Бизнес-декон	БИС
								УИК
Реализованные функции								
<b>Построение дерева</b>	Жесткая фиксация	+	+					0
	Мягкая фиксация			+	+			1
	Свободное построение						+	2
<b>Функции приведения</b>	Внешняя	+	+	+				0
	Линейная (в системе)				+			1
	Нелинейная прямая и обратная						+	2
<b>Вид исходных данных</b>	Фазифицированных	+						0
	Дефазифицированный		+		+			0
	Вектор			+			+	1
	Массив			+			+	2
<b>Наполнение матриц</b>	Дискретные таблицы	+						1
	Топология матриц (конструирования)		+	+	+		+	1
	С нечетким наполнением						+	0

Рациональное разделение инструментальных средств СППР на указанные группы и способы их реализации непосредственным образом влияют на эффективность СППР: время разработки, быстродействие, объем программного продукта, стоимости системы и др.

Решение данной проблемы потребовало разработки концепции обоснования соотношения базовых и специальных инструментальных средств для задач управления сложными социально-экономическими объектами представленной следующими принципами.

1. Инструментальные средства должны функционально соответствовать особенностям реализации общепринятых положений теории управления.

2. Учет проявления человеческого фактора в форме предпочтений участников принятия решений является основной инновацией в модернизации СППР.

3. В качестве моделей предпочтений должны использоваться нелинейные матричные свертки с непрерывной шкалой комплексного оценивания.

4. Обеспечение адекватности матричных моделей предпочтений достигается расширением их функциональных свойств.

Таблица 2 – Функциональность базовых инструментальных средств при исследовании моделей

Базовые инструментальные средства (БИС)		Декон	Декон-изограф	Декон-табл	Опер-декон	Активная экспертиза	Бизнес-декон	БИС
								УИК
Реализованные функции								
Комплексная оценка	Без привязки к шкале	+						
	С привязкой к шкале		+	+	+			
	Нечеткая свертка						+	
Функция чувствительности	Графоаналитическая	+	+					0
	Автоматизированная одной переменной			+	+		+	1
	Автоматизированная двух переменных			+				1
	Транзитивное замыкание			+				0
Обработка результатов коллективных предпочтений	Ручная	+	+	+	+			0
	Согласованная с активной экспертизой	+	+	+	+			0
	Коллективные предпочтения					+		1
	Модификация активной экспертизы					+	+	2
Линиаризация	Ручная	+	+	+	+			0
	Автоматизированная						+	1

5. Качество СППР достигается на основе оптимального соотношения базовых и специальных инструментальных средств с учетом себестоимости и времени их разработки, показателей быстродействия и объема программного продукта, а также востребованного уровня ИУК и дружелюбности интерфейса.

6. Создание семейства моделей, исходя из принципа многомодельности системного подхода.

7. При разработке специальных инструментальных средств основная нагрузка возлагается на моделирование объекта и субъекта управления.

Разработанная концепция поддерживается аппаратом мнемонических схем специального вида, объединяющих данные обо всех главных параметрах СППР, и создающих полное совокупное их описание введением следующих формализмов (иллюстрация мнемосхемы представлена на рисунке 2):

$r$  – тип предпочтения (область предпочтений и носитель предпочтения),

$M$

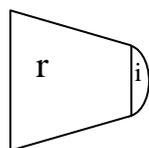
$r$  – матричное представление свертки,

$T$

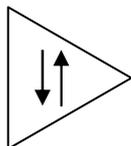
$r$  – топологическое представление свертки,

$i$  – рефлексия  $i$  – го рода,

$\Delta$  - степень неадекватности модели прототипу,  
 $\equiv$  - символ эквивалентности (взаимоднозначности) моделей предпочтения прототипу,



- модель предпочтения  $i$  – го рода рефлексии.



- элемент ранжирования с отношением порядка  $\succ$  или  $\prec$ ,

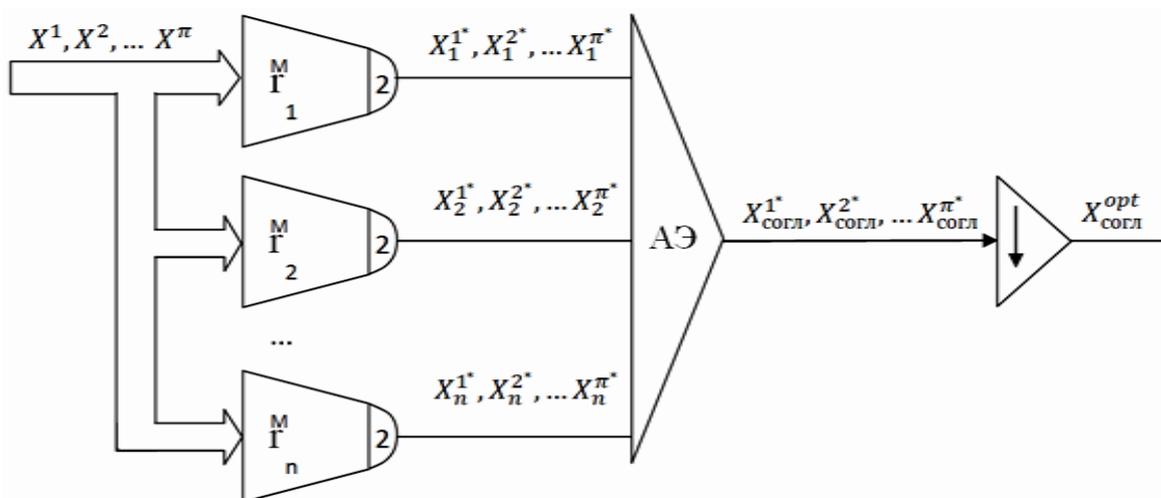


Рисунок 2 - Мнемосхема технологии принятия согласованных решений

Процедура экспертного обоснования соотношения базовых и специальных инструментальных средств состоит в следующем:

- обнаружение не реализуемости функции разрабатываемой СППР в базисе мнемонических схем;
- выявление функции расширения;
- оценивание характеристик (время разработки, быстроедействие, объем программного продукта, стоимости системы) новых инструментальных средств в базовом и специальном исполнении;
- принятие решения о категорировании нового инструментального средства.

**2. Созданные базовые инструментальные средства моделирования предпочтений, благодаря своей универсальности, способствуют снижению себестоимости СППР и времени её разработки.**

Механизмы преобразования физических и качественных систем координат описания объектов комплексного оценивания сокращают время разработки СППР с учетом востребованного уровня ИУК алгоритмами

построения деревьев критериев по схемам «снизу-вверх», «сверху-вниз» благодаря использованию шаблона (жесткая фиксация, рисунок 3),

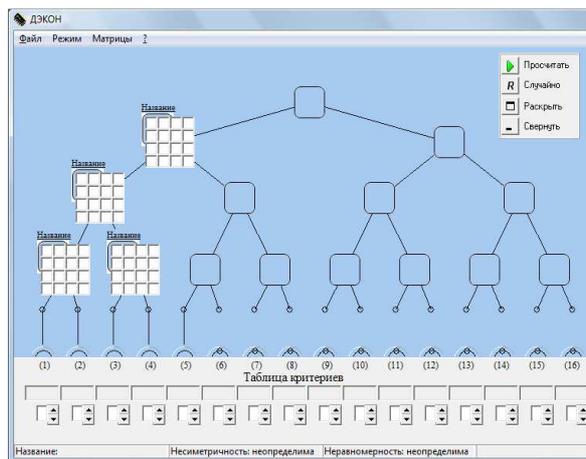


Рис. 3 – Построение дерева с использованием шаблона

с мягкой фиксацией (однозначным указанием числа критериев в соответствии с заданным уровнем ИУК пользователя, рисунки 4-5) и с отсутствием предварительных ограничений на конфигурацию дерева критериев (рисунок 6).

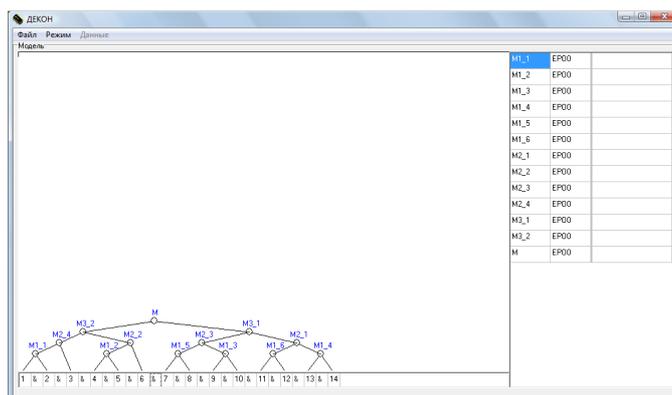


Рис. 4 - Построение дерева с мягкой фиксацией (указание числа критериев)

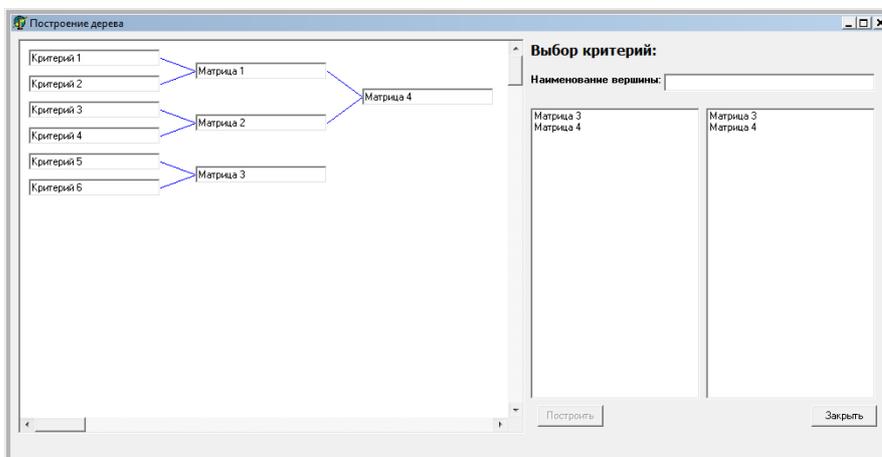


Рис.5 – Построение дерева с применением поэтапного агрегирования

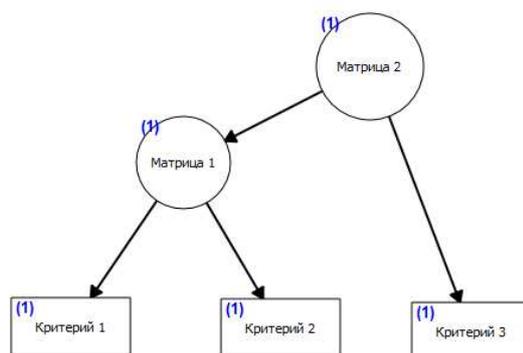
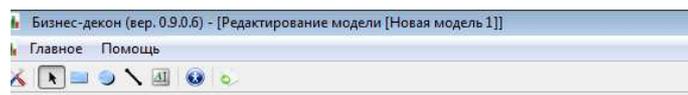


Рис. 6 – «Свободное» построение дерева

Снижению себестоимости СППР способствуют алгоритмы соединения процессов построения деревьев критериев с субоптимизацией характеристик объектов предпочтения (их приведением к стандартной шкале комплексного оценивания в рамках человеческого фактора  $ЧФ_1$  и требуемого уровня ИУК, рисунок 7),

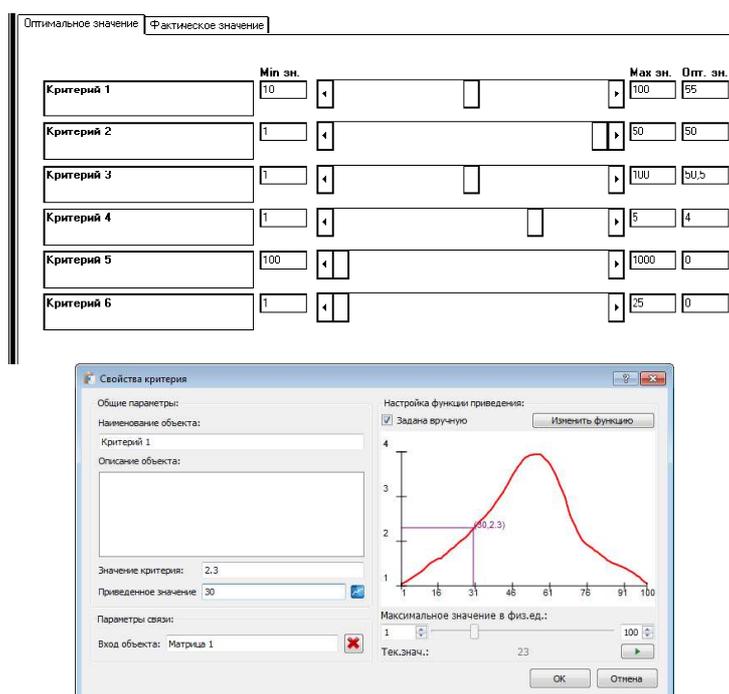


Рис. 7. Субоптимизация характеристик объекта функциями приведения

и предоставляют недостижимую прежде возможность построение топологии матриц свертки в метрическом пространстве, используя обратные функции приведения (рисунок 8).

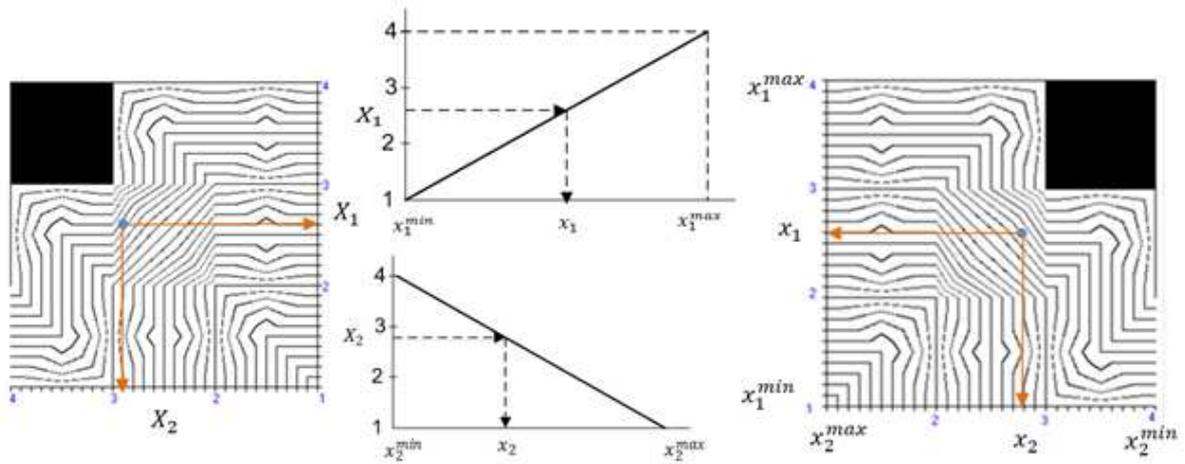


Рис.8 - Перенос топологии матриц в метрическое пространство

Алгоритмы топологической интерпретации бинарных сверток с помощью введенного аппарата исследования – системы «изопрайс», линий одинаковой цены, существенно сокращает трудозатраты конструирования матриц свертки на основе композиции стандартной функции и диалога с респондентом (рисунок 9).

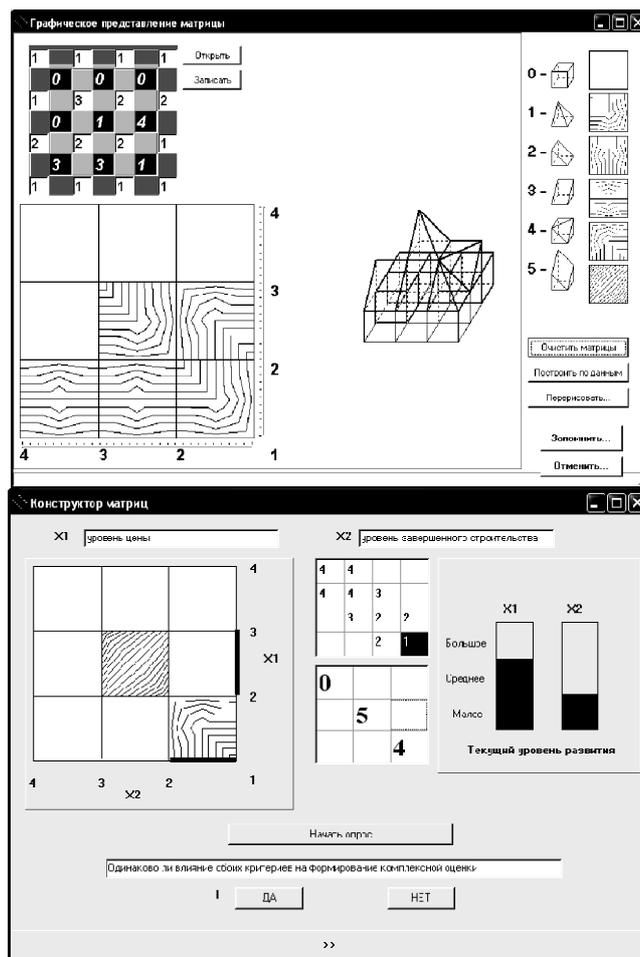


Рис. 9. Конструирование матриц методом композиции стандартных функций и диалога с респондентом

Разработка алгоритмов вычисления матричных сверток на основе таблиц их значений с заданным шагом квантования сокращает стоимость и время разработки СППР с высокими требованиями к адекватности моделей предпочтений ЛПР, приводящими к нечеткому наполнению матриц свертки (рисунок 10).

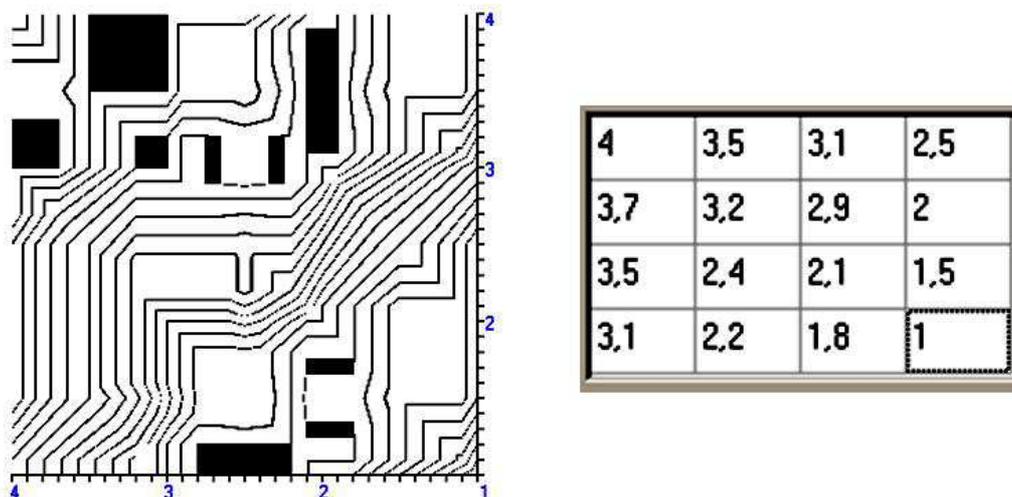


Рис. 10. Топология матрицы с нечетким наполнением

На этапе исследования моделей предпочтений сокращение времени разработки СППР с учетом востребованного уровня ИУК достигается алгоритмами построения функций чувствительности одной и двух переменных (рисунок 11), группового оценивания ряда объектов (сопоставление) или состояний одного объекта (описание динамики) и модифицированной обработки экспертной информации (рисунок 12).

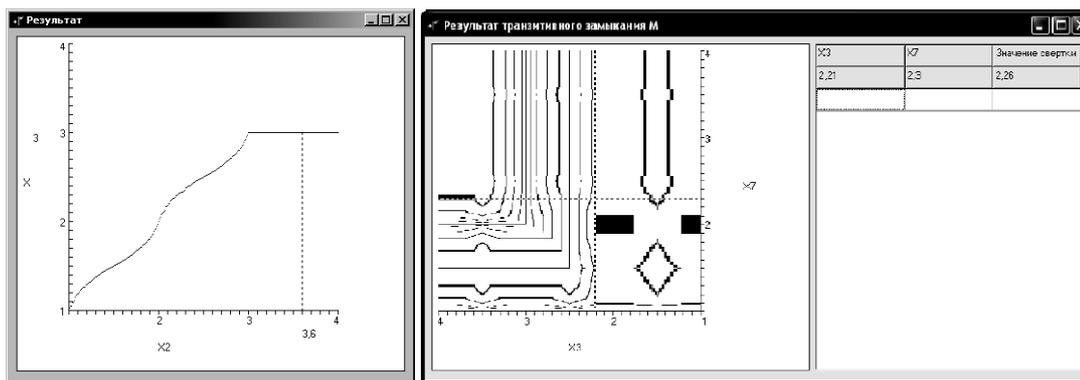


Рис. 11 Функций чувствительности одной и двух переменных

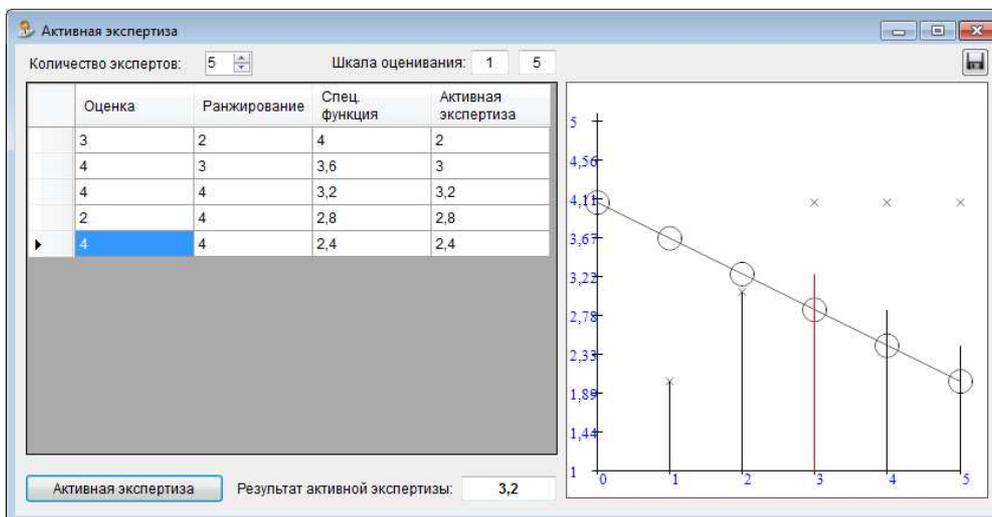


Рис.12. Иллюстрация работы программы «Активная экспертиза»

Описанные инструментальные средства разработки и исследования СППР допускают распаралеливание конструкторской работы, что сокращает время разработки. Использование на всех этапах универсальных инструментальных средств при многократном использовании означает снижение стоимости разработки.

**3. Созданные специальные инструментальные средства моделирования объекта (городского лесопарка) и субъекта управления (городского лесхоза) обеспечивают устойчивое развитие городского лесопарка.**

Лесопарк как большая и сложная система должен исследоваться на принципах системного анализа, а его устойчивое развитие должно осуществляться при достаточном обосновании решений специальными инструментальными средствами моделирования объекта и субъекта управления (рисунок 13), где принят во внимание основной постулат взвешенного отношения к биологическим объектам, строящегося исключительно на строгом соблюдении ограничений на вмешательство в их жизнь, поскольку прогноз динамики их развития для современной науки недостаточно точен.

Основные задачи управления: мониторинг параметров состояния лесопарка; управление Абиотическим состоянием лесопарка (уровень техногенных воздействий и др.); управление Биотическим состоянием лесопарка (показатели устойчивости, дигрессии и др.); управление рекреационной привлекательностью (проходимость, просматриваемость, эстетичность и т.д.); управление уровнем допустимой рекреационной нагрузки (количество человек на гектар); управление уровнем экономического развития (доходность, эффективность инвестиционных вложений и т.д.).

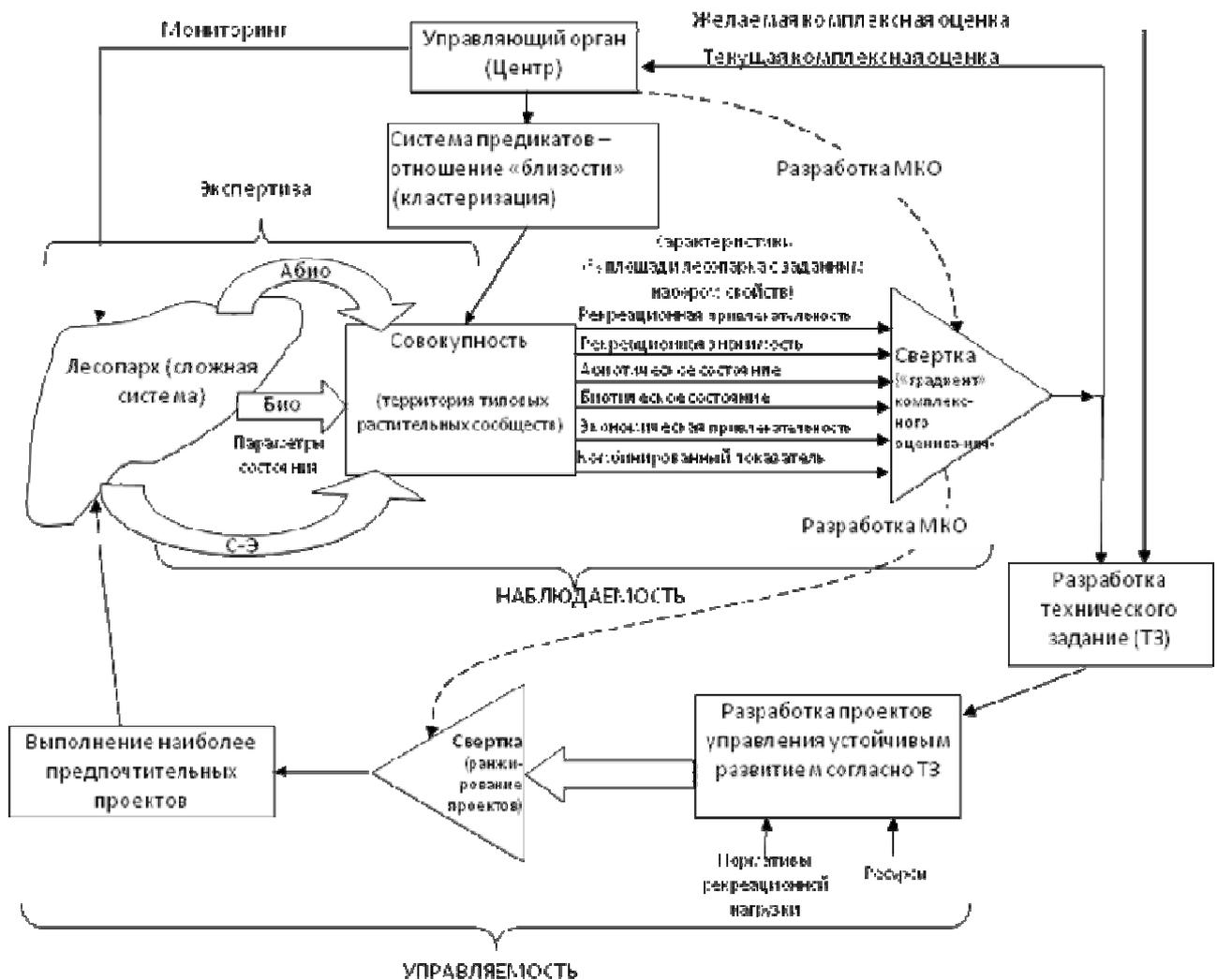


Рис.13. Управление устойчивым развитием лесопарка

Инструментальные средства моделирования лесопарка предполагают представление его в качестве большой системы, методами исследования которой являются агрегирование и декомпозиция.

На первом шаге агрегирования системы участки территории формируются в выделы – обособленные участки с одним типом растительного сообщества (сухие сосновые боры: лишайниковый, бруснично-лишайниковый; сосняки зеленомошники: бруснично-зеленомошный, чернично-зеленомошный; и др.).

Выделы описываются системой классификаторов, касающихся: характеристик основных источников техногенного воздействия и современного состояния окружающей среды; атмосферы; поверхностных воды; недр и подземных воды; почвенного покрова; растительности; животного мира; санитарно-эпидемиологических исследования; физического воздействие; обращения с отходами; изучения использования населением Черняевского лесопарка для рекреационных целей (выявление мест и характера использования лесопарка для целей отдыха, интенсивности рекреационной нагрузки разных участков лесопарка).

Данные мониторинга по всем классификаторам образуют гигантский массив информации распределенный по выделам реализованный в системе в виде реляционной базы данных. Таким образом каждому выделу (см. рисунок 14) в базе данных соответствует многомерный вектор значений параметров всех видов.

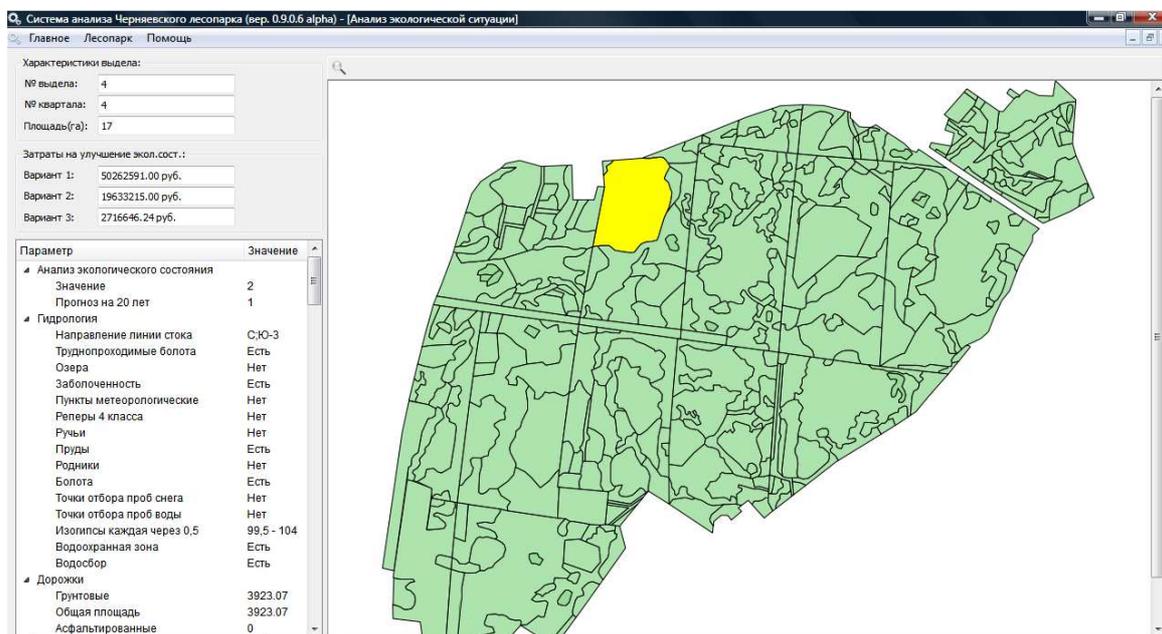


Рис.14. Представление лесопарка в виде реляционной базы по выделам. Иллюстрация запроса.

Реляционная база данных позволяет осуществить второй шаг агрегирования с использованием кластерного подхода. Применительно к описанной системе лесопарка как большой системе позволяет идентифицировать в лесопарке однородные территории (кластеры) относительно сформулированного предиката, истинность которого служит признаком однородности.

Различные цели и задачи управления устойчивым развитием лесопарка могут востребовать самые разнообразные предикаты как по структуре, так и по составу классификаторов, например, используя высказывания,

$P(("Болота" \& "Ручьи" \& "Направление стока - север") \vee ("Дор.сет \geq 1км"))$   
 ,результат вычислительного эксперимента представлен на рисунке 15.

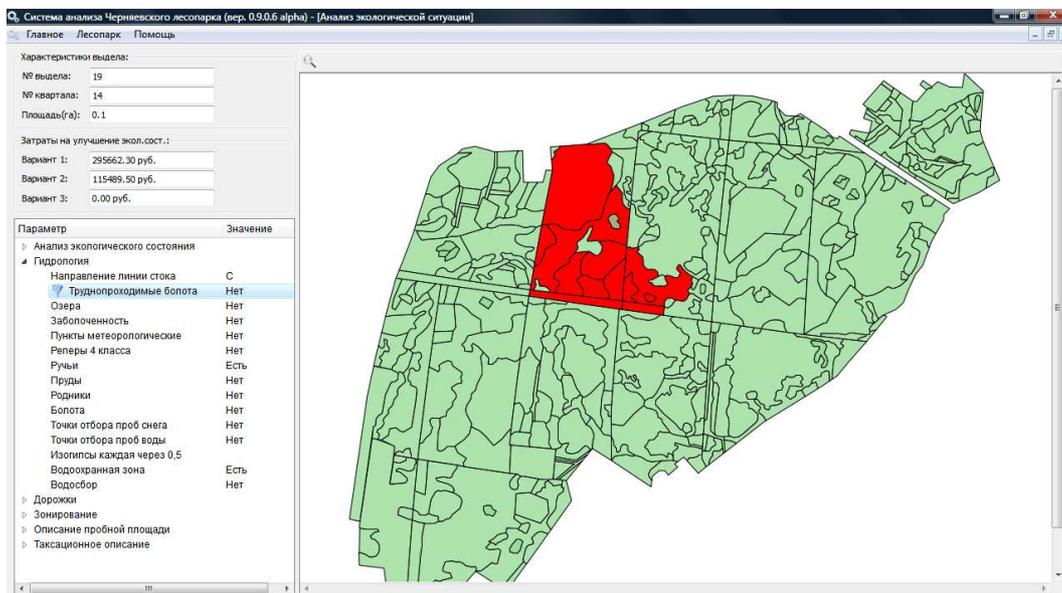


Рис.15 Кластер выделов построенный по определенным характеристикам (труднопроходимые болота)

Комплексное оценивание кластеров имеющее целью обоснование рекреационных и других мероприятий в рамках предпочтений субъекта управления, осуществляется на основе механизма представленного на рисунке 16.

В результате реализации этого механизма в виде вычислительной процедуры в СППР субъект управления получает комплексные оценки по каждому выделу в отношении рекреационной привлекательности с учетом уровней устойчивости выдела и стадий дигрессии. Для получения общей картины привлекательности лесопарка для рекреационных целей можно использовать кластерный подход с целью объединения выделов, близких по результатам комплексного оценивания:

$$P_1(X < 1,5) \rightarrow X = 1 ;$$

$$P_2(1,5 < X < 2,5) \rightarrow X = 2 ;$$

$$P_3(2,5 < X < 3,5) \rightarrow X = 3 ;$$

$$P_4(X > 3,5) \rightarrow X = 4$$

С учетом планируемого (желаемого) уровня устойчивого развития лесопарка разрабатывается достаточно либеральное техническое задание на проектирование управлений по достижению этого уровня при нормативных ограничениях на допустимые рекреационные нагрузки и заданных ресурсах. Эти проекты изменяют значения входов в механизм комплексного оценивания (рисунок 16).

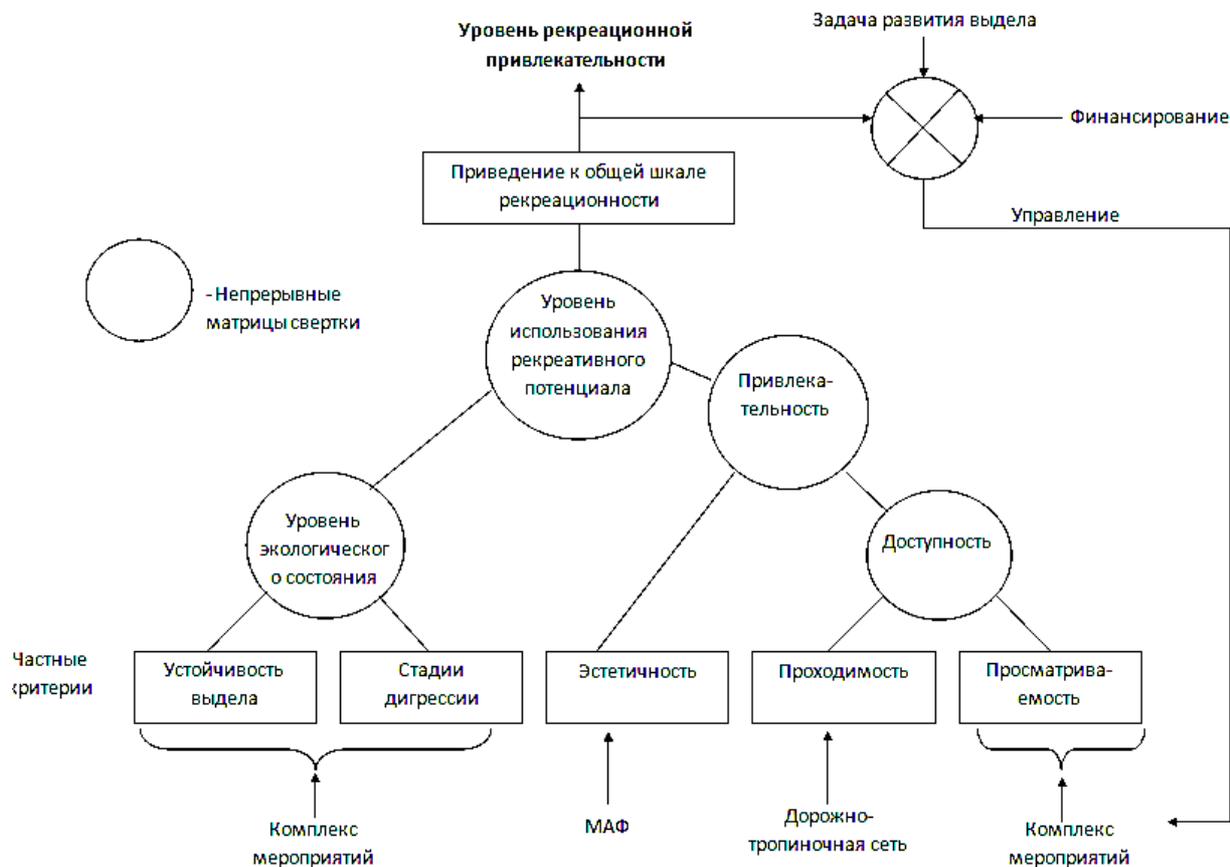


Рис.16. Механизм комплексного оценивания уровня рекреационной привлекательности выдела

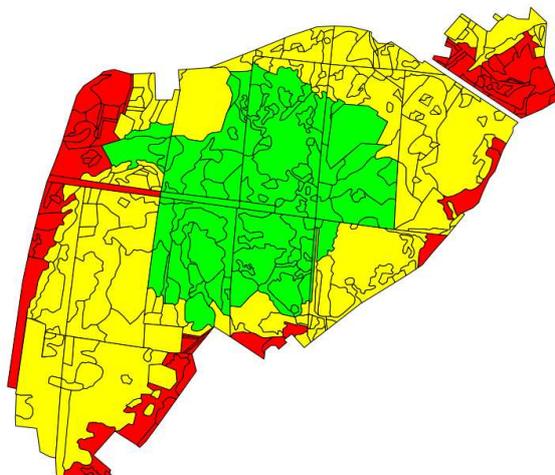


Рис.17. Группирование выделов в кластеры по результатам комплексного оценивания

Для выделения наиболее предпочтительных проектов субъектом управления разрабатывается механизм их ранжирования по частным показателям эффективности проектов. Исполнением отобранных проектов, влияющих на состояние лесопарка малый цикл управления заканчивается. Большой цикл управления устанавливается периодичностью мониторинга как показано на рисунке 13.

## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ**

В настоящем исследовании решена актуальная научная задача повышения эффективности систем поддержки принятия решений в задачах управления сложными социально экономическими объектами путем обоснования соотношения и вариантов реализации базовых и специальных инструментальных средств.

При этом получены следующие новые научные результаты:

1. Разработана концепция обоснования соотношения базовых и специальных инструментальных средств систем поддержки принятия решений, отличающаяся учетом динамики развития задач управления сложными социально-экономическими объектами, требований к функциональной оснащенности инструментальных средств моделирования предпочтений и к уровню инжинирингово-управленческих компетенций ЛПР.

2. Разработан аппарат поддержки обоснования соотношения базовых (универсальных) и специальных инструментальных средств, принявший форму мнемонических схем описания моделей предпочтений и создающих полное и совокупное их описание;

3. Разработаны механизмы преобразования «физических» и качественных систем координат описания объектов комплексного оценивания, строящиеся на основе функций приведения характеристик этих объектов к стандартной шкале комплексного оценивания;

4. Созданы базовые инструментальные средства разработки моделей предпочтений отличающиеся различными подходами к обеспечению их адекватности предпочтениям лица принимающего решение;

5. Созданы базовые инструментальные средства исследования моделей предпочтений с учетом содержания задач исследования и требований к уровню инжинирингово-управленческих компетенций;

6. Разработаны специальные инструментальные средства моделирования объекта управления – городского лесопарка, отличающиеся различными уровнями агрегирования и декомпозиции с использованием процедуры группирования по существенным биологическим принципам и кластерного подхода и гис-систем;

7. Разработаны специальные инструментальные средства обоснования решений субъекта управления – городского лесхоза, опирающиеся на концепцию сдерживания негативных воздействий и рекреационной значимости.

По теме исследования опубликована 24 работы, в том числе 3 работы в ведущих рецензируемых журналах, определенных ВАК РФ.

***Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:***

1. Белых А.А., Лыков М.В., Стаматин В.И., Шайдулин Р.Ф. Экспресс-анализ промышленных предприятий с учетом согласованных предпочтений участников принятия инвестиционных решений // Вестник Сам. ГЭУ №10. – Самара, 2008. – С. 123-135.
2. Белых А.А., Шайдулин Р.Ф., Гуреев К.А., Харитонов В.А., Алексеев А.О. Принцип многомодельности в задаче моделирования индивидуальных предпочтений // Управление большими системами. Специальный выпуск 30.1 «Сетевые модели в управлении». – М.: ИПУ РАН, 2010. – С. 128–143.
3. Белых А.А., Шайдулин Р.Ф., Харитонов В.А. Интеллектуальные технологии повышения эффективности информационных систем // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №06(60). С. 539 – 570. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0122. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/06/pdf/35.pdf>, 2 у.п.л.

***Монография:***

4. Интеллектуальные технологии обоснования инновационных решений: монография / Харитонов В.А. [и др.]; под ред. В.А. Харитонова. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – 363 с.

***В других изданиях:***

5. Винокур И.Р., Липин Н.И., Иванов М.Г., Белых А.А., Шайдулин Р.Ф. Инструментальные средства комплексного оценивания сложных объектов с использованием топологии матриц свертки // Концептуальные подходы в развитии НИИУМСа на 2006-2007 годы, НИИУМС, Пермь 2006 – С.
6. Белых А.А., Шайдулин Р.Ф., Шафранская О.Н. Обоснование технических заданий на разработку конкурентоспособной продукции // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых и студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета ПГТУ, 29 – Пермь: Изд-во. Гос. Техн. ун-та, 2007. – С. 179-185.
7. Харитонов В.А., Шайдулин Р.Ф., Белых А.А., Алексеев А.О., Пуйсанс С.Г. Модель комплексного оценивания защиты выпускных квалификационных работ // Информационные технологии в образовательном процессе вузов МВД России (материалы научно

- практической конференции) Нижегородская академия МВД России, Пермский филиал 2007 – С. 110-114.
8. Белых А.А., Шайдулин Р.Ф. Многомодельные исследования предпочтений в задачах поддержки принятия решений // Электронный журнал ПГТУ, Пермь 2008
  9. Алексеев А.О., Шайдулин Р.Ф. Расширение функциональных возможностей механизмов комплексного оценивания // Теория активных систем-2007:тр. междунар. науч.-практ. конф. «Управление Большими системами-2007». – М.: ИПУ РАН, 2007. – С. 205–208.
  10. Каримова Р.А., Шайдулин Р.Ф. Компьютерная поддержка комплексного оценивания выпускных квалификационных работ // Теория активных систем-2007:тр. междунар. науч.-практ. конф. «Управление Большими системами-2007». – М.: ИПУ РАН, 2007. – С.
  11. Шайдулин Р.Ф., Белых А.А. Создание дружественного интерфейса инструментальных средств моделирования предпочтений // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых и студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета – Пермь: Изд-во. Гос. техн. ун-та, 2008. – С. 214-216.
  12. Харитонов В.А., Шайдулин Р.Ф. Конкурентные механизмы выставки "Строительство и ремонт" (Пермь, 2007) // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых и студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета – Пермь: Изд-во. Гос. Техн. ун-та, 2008. – С. 220-222.
  13. Харитонов В.А., Белых А.А., Шайдулин Р.Ф. Инжинирингово-управленческие компетенции в технологиях современного менеджмента // Строительство, архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых и студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета – Пермь: Изд-во. Гос. Техн. ун-та, 2008. – С. 222-225.
  14. Алексеев А.О., Стоматин В.И., Харитонов В.А., Шайдулин Р.Ф., Глотина И.М. Моделирование согласованных предпочтений с использованием механизмов активной экспертизы // Инновационный потенциал аграрной науки - основа развития АПК. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию сельскохозяйственного образования на Урале. ПГСХА, Пермь 2008. – С. 237-241.
  15. Белых А.А., Шайдулин Р.Ф. Система поддержки принятия решений в задачах управления устойчивым развитием лесопарков // VI Всероссийская школа-семинар молодых ученых «Управление большими системами»: Сборник трудов. – Т1.- Ижевск: ООО Информационно-издательский центр «Бон Анца», 2009. – С. 68-73.
  16. Алексеев А.О., Белых А.А., Шайдулин Р.Ф. Сертификация матричных моделей предпочтений // Теория активных систем: тр. междунар. науч.практ. конф. (г. Москва, 17–19 нояб. 2009 г.); под. общ. ред. В.Н. Буркова, Д.А. Новикова. – М.: ИПУ РАН, 2009. – Т. I. – С. 178–182.

17. Гуреев К.А., Лыков М.В., Шайдулин Р.Ф. Процедура поддержки принятия коллегиальных решений с использованием активной экспертизы // Теория активных систем – 2009: сб. трудов междунар. науч.-практ. мульти-конф. «Управление большими системами – 2009», г. Москва, 17–19 нояб. 2009 г.: в 2 т. / под.общ. ред. В.Н. Буркова, Д.А. Новикова. – М.: ИПУ РАН, 2009. – Т. 1. – С. 230-233.
18. Белых А.А., Харитонов В.А., Шайдулин Р.Ф. Интерпретация модели предпочтения переносом топологии свертки в метрическое пространство. Материалы VII Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами», ПГТУ. – Пермь, 2010. – С.
19. Харитонов В.А., Алексеев А.О., Белых А.А., Шайдулин Р.Ф. Интеллектуальные управленческие технологии в жилищной сфере // Инновационному развитию АПК – научное обеспечение. Сборник научных статей Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Пермской государственной сельскохозяйственной академии имени академика Д.Н. Прянишникова, Пермь, 18 ноября 2010 года) – С. 179-183.

#### ***Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ:***

20. Белых А.А., Харитонов В.А., Шайдулин Р.Ф. Авт. свид. «Автоматизированная система комплексного оценивания объектов» №2007614834, 2007г.
21. Белых А.А., Харитонов В.А., Шайдулин Р.Ф. Авт. свид. «Автоматизированная система исследования моделей комплексного оценивания объектов» №2008612724, 2008г
22. Белых А.А., Харитонов В.А., Шайдулин Р.Ф. Авт. свид. «Автоматизированная система оперативного исследования моделей объектов комплексного оценивания» №2009610220, 2009г
23. Белых А.А., Харитонов В.А., Шайдулин Р.Ф., Мелехин М.И., Алексеев А.О. Авт. свид. «Адаптивная неманипулируемая процедура обработки результатов активного экспертного оценивания» №2009616217, 2009г
24. Белых А.А., Харитонов В.А., Шайдулин Р.Ф., Мелехин М.И. «Автоматизированная система комплексного оценивания и исследования объектов в физическом пространстве представления частных критериев» №2011619529, 2011г.

---

Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печ. л. 1.0. Тираж 100 экз. Заказ № 93

---

Отпечатано в ИИЦ «Прокростъ»  
Пермской государственной сельскохозяйственной академии  
имени академика Д.Н. Прянишникова  
614990, Россия, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23  
Тел.: 8(342) 210-35-34