

УДК 004 : 519.216.3 (003.13)

UDC 004 : 519.216.3 (003.13)

**ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ
СИСТЕМ**

**THE FOUNDATIONS FOR PROGNOSSES
METHODOLOGY AND FOR INFORMATION
SYSTEM EFFICIENCY ESTIMATION**

Белых Андрей Алексеевич
к. т. н., доцент
*Пермская государственная сельскохозяйственная
академия, Пермь, Россия*

Belykh Andrey Alekseevish
Cand. Sc. Tech., Associate Professor
Perm State Agricultural Academy, Perm, Russia

В статье излагаются методологические, теоретические и прикладные аспекты прогнозирования и оценки эффективности информационных систем, базирующиеся на оригинальных моделях основной составляющей человеческого фактора - предпочтений в виде матричных механизмов комплексного оценивания с расширенными функциональными возможностями

The methodological, theoretical and applied aspects of making prognoses and estimation of information systems efficiency are under consideration in the paper. These ones are based on the original models of the principal constitutive of human factor, those are the preferences in the form of the matrix mechanisms of the complex estimating with the enlarged functional possibilities

Ключевые слова: ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, HIGH-HUME ТЕХНОЛОГИИ, ПРЕДПОЧТЕНИЯ, ЧАСТНЫЕ И КОМПЛЕКСНЫЙ КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ, КОМПЛЕКСНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ

Keywords: INFORMATION SYSTEM, PROGNOSING, EFFICIENCY, HIGH-HUME TECHNOLOGY, PREFERENCES, PARTICULAR AND COMPLEX CRITERION OF EFFICIENCY, COMPLEX ESTIMATING

Введение

Современные информационные системы (ИС), относящиеся к классу технических систем, по своей структурной сложности, сложности функционирования, выбора поведения и развития относятся к классу сложных систем и в задачах прогнозирования и оценки эффективности подлежат исследованию методами системного анализа.

Эффективность информационных систем является комплексной характеристикой совокупности технических, эксплуатационных и экономических показателей и требует непрерывного совершенствования как отдельных показателей, так и подходов к комплексному оцениванию эффективности. Проблема прогнозирования и оценки эффективности ИС актуальна для всех отраслей народного хозяйства и напрямую связана с необходимостью совершенствования средств обработки информации, управления сложными объектами и поддержки принятия решений. Существо данной проблемы заключается в развитии известных, разработке и применении новых методов системного анализа.

Составляющими элементами ИС, как среды, кроме компьютеров, сетей, программных продуктов, баз данных и других технических элементов являются люди, целенаправленно воздействующие на объекты с учетом их отраслевых особенностей в процессе управления и принятия решений.

Таким образом, прогнозирование и оценка совокупности гетерогенных (разнородных) показателей эффективности информационных систем, используемых в новых технологиях, становятся проблемными в связи с необходимостью комплексного оценивания частных критериев (агрегирования) подобных сложных систем. Решение этой проблемы требует описания текущего состояния и динамики изменения уровня эффективности ИС с учетом индивидуальных предпочтений (интуитивных суждений эвристического характера – важнейшей компоненты человеческого фактора) всех заинтересованных лиц [1].

Сделанное уточнение, с одной стороны, требует развития комплексного понятия эффективности ИС как технической системы с учетом предпочтений экспертов (ПЭ) путем установления функциональной зависимости данного показателя от его частных характеристик, носящих объективный характер: готовности, надежности, производительности, пропускной способности, помехоустойчивости, экономических, массогабаритных характеристик и других.

С другой стороны, эффективность ИС как средства анализа, обработки информации и управления сложными объектами требует изучения дополнительных свойств ИС, также связанных с человеческим фактором: интерпретации состояний и селекции управлений сложными объектами в рамках предпочтений лиц принимающих решения (ЛПР).

Суть назревших изменений в парадигме прогнозирования и оценки эффективности ИС заключается в обосновании и установлении приоритетов между различными направлениями их эффективности.

Технологии high-tech, еще недавно считавшиеся единственно современными технологиями, постепенно уступают место технологиям high-

hume – технологиям управления социальными стандартами и предпочтениями в сфере восприятия инноваций в информационной среде.

Комплексная оценка информационной системы как показатель эффективности в технологиях high-hume должна отражать востребованность этой системы для пользователей, т.е. спрос на эту продукцию. Из сказанного можно сделать вывод о том, что в современных условиях прогнозирование и оценка эффективности информационных систем без учета динамики соответствующего сегмента рынка является экономически, а значит, и технологически, необоснованными. Сделанное утверждение кардинально меняет методологические подходы к проблеме разработки моделей и методов, технологий и инструментальных средств прогнозирования и оценки эффективности ИС.

Актуальность выполненного исследования заключается в преодолении сложившегося противоречия между новыми требованиями к решению проблемы прогнозирования и оценки эффективности ИС и отсутствием современной методологии ее решения.

1. Степень разработанности проблемы.

Вопросы формализации и разработки критериев моделей описания и оценки эффективности методами системного анализа широко освещены в трудах Д. Клиланда, Э. Квейда, Я. Такахары, Дж. Касти, Б.А. Резникова, Н.П. Бусленко, А.И. Яблонского, Б.С. Флейшмана, Б.Г. Волика, М. Месаровича и других. В меньшей степени это коснулось решения задач прогнозирования и оценки эффективности ИС как технических систем и средств анализа, обработки информации и управления другими сложными объектами.

Отдельные аспекты прогнозирования и оценки эффективности ИС по параметрам надежности, качества, помехоустойчивости, массогабаритным и другим объективно измеряемым характеристикам рассмотрены в работах А. Авижениса, Ж.-К. Лапри, А.П. Ершова, А.Г. Мамиконова, Р.Б. Мазепы, Б.А. Мандзия, В.В. Липаева, В.И. Матова, В.И. Сагунова, М.Б. Игнатьева и других. Известные результаты в этой области трудно считать исчерпыва-

ющими из-за недостаточного глубокого отношения в них к ИС как к сложным системам, которые должны исследоваться методом имитационного моделирования с одновременным охватом всех уровней архитектуры с целью достижения большей точности и объективности результатов.

Проблемы учета влияния человеческого фактора в задачах прогнозирования и оценки сложных систем 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. Однако методологические и математические основы моделирования человеческого фактора, получившие широкую известность, не затрагивают вопросы интерпретации и селекции в задачах комплексной оценки сложных систем с учетом индивидуальных и коллективных предпочтений экспертов, в том числе лиц принимающих решения, и обоснования требований к разрабатываемым управленческим решениям, адекватным вариантам интерпретации и селекции. Известные методы моделирования предпочтений (в том числе на основе деревьев критериев и матриц свертки) характеризуются ограниченными функциональными возможностями, недостаточно развитым научно-методическим аппаратом обоснования вариантов агрегирования (матриц свертки) и моделирования коллективных предпочтений. Это обстоятельство сдерживает развитие систем прогнозирования и оценки эффективности ИС с учетом человеческого фактора и делает востребованным создание более эффективных методов моделирования предпочтений экспертов.

Основы моделирования изложены в трудах Дж. Кейслера, Э. Ханта, Н.П. Бусленко, Б.Я. Советова, С.А. Яковлева, И.М. Яглома и других. Однако результаты, опубликованные в известных работах, посвященных имитационному моделированию системных связей и мотивационных аспектов деятельности экспертов, не в полной мере обеспечивают необходимый уровень достоверности, адекватности, многообразия и технологично-

сти процессов моделирования предпочтений, что требует разработки новых подходов.

Не смотря на наличие значительного количества работ по отдельным аспектам проблемы прогнозирования и оценки эффективности ИС, необходимо отметить несоответствие известных моделей и методов, технологий и инструментальных средств современным требованиям, которое может быть преодолено только на новом методологическом базисе. В связи с этим возникла научная и практическая необходимость проведения настоящего исследования.

2. Концепция решения проблемы прогнозирования и оценки эффективности ИС.

Разработка данной концепции связана с развитием понятийного аппарата предметной области как класса концептуальных моделей на естественном языке. В частности, под ключевым понятием «информационная система» в работе рассматривается аппаратно-программная система устойчивой поддержки приложений с интеллектуальной обработкой данных о состояниях (эффективности) и изменениях состояний (изменениях эффективности) сложных прикладных объектов. Данное определение позволило усовершенствовать состав и структуру частных критериев ИС.

Первая группа критериев описывает ИС как аппаратно-программную систему устойчивой поддержки приложений и включает в себя: производительность в «нормальных» условиях; помехоустойчивость (производительность в условиях проявления самоустраняющихся отказов - сбоев); живучесть (производительность в условиях постоянных отказов). Данная группа показателей, дополненная экономическими и другими критериями, безусловно, подлежит агрегированию в комплексную оценку эффективности технических (информационных) систем.

Вторая группа критериев отвечает за интеллектуальную обработку данных о текущем состоянии (эффективности) сложных объектов и обеспечивает способность информационной системы к его интерпретации.

Третья группа критериев отвечает за интеллектуальную обработку данных об изменении состояния (эффективности) сложных объектов и обеспечивает селективность управленческих решений.

Раскрытие существа проблемы прогнозирования и оценки эффективности ИС в современных условиях и на отдаленную перспективу осуществлено в результате изучения исторического опыта решения задач данного класса на фоне непрерывного технического прогресса, что иллюстрирует таблица 1.

Таблица 1. Динамика развития подходов к комплексному оцениванию эффективности ИС

	I этап	II этап	III этап	IV этап
Спрос на услуги	ЭВМ для решения научных задач	ЭВМ для решения прикладных задач	ИС как техническая система для обслуживания сложных технических объектов	ИС как средство анализа, обработки информации и управления сложными объектами
Приоритетные характеристики	Быстродействие (скорость работы)	Производительность Надежность	Производительность Помехоустойчивость Живучесть	Технические характеристики Экономические характеристики Управленческие характеристики (интерпретация, селекция)
Методы оценивания характеристики	Натурный эксперимент	Вычислительный эксперимент	Имитационное моделирование	Системный анализ
Методы оценивания эффективности	Максимизация главного критерия	Многокритериальная оптимизация на основе линейного программирования	Интеллектуальная обработка данных на основе линейных сверток	Интеллектуальная обработка данных на основе нелинейных сверток

Исследование проблемы прогнозирования и оценки эффективности ИС на этапах измерения и интерпретации их состояний, генерации множества альтернатив (изменений) и селекции управленческих решений с учетом человеческого фактора позволило обосновать структуру методологии,

предназначенной для приведения в соответствие моделей и методов, технологий и инструментальных средств современным требованиям и представленной на рисунке 1.

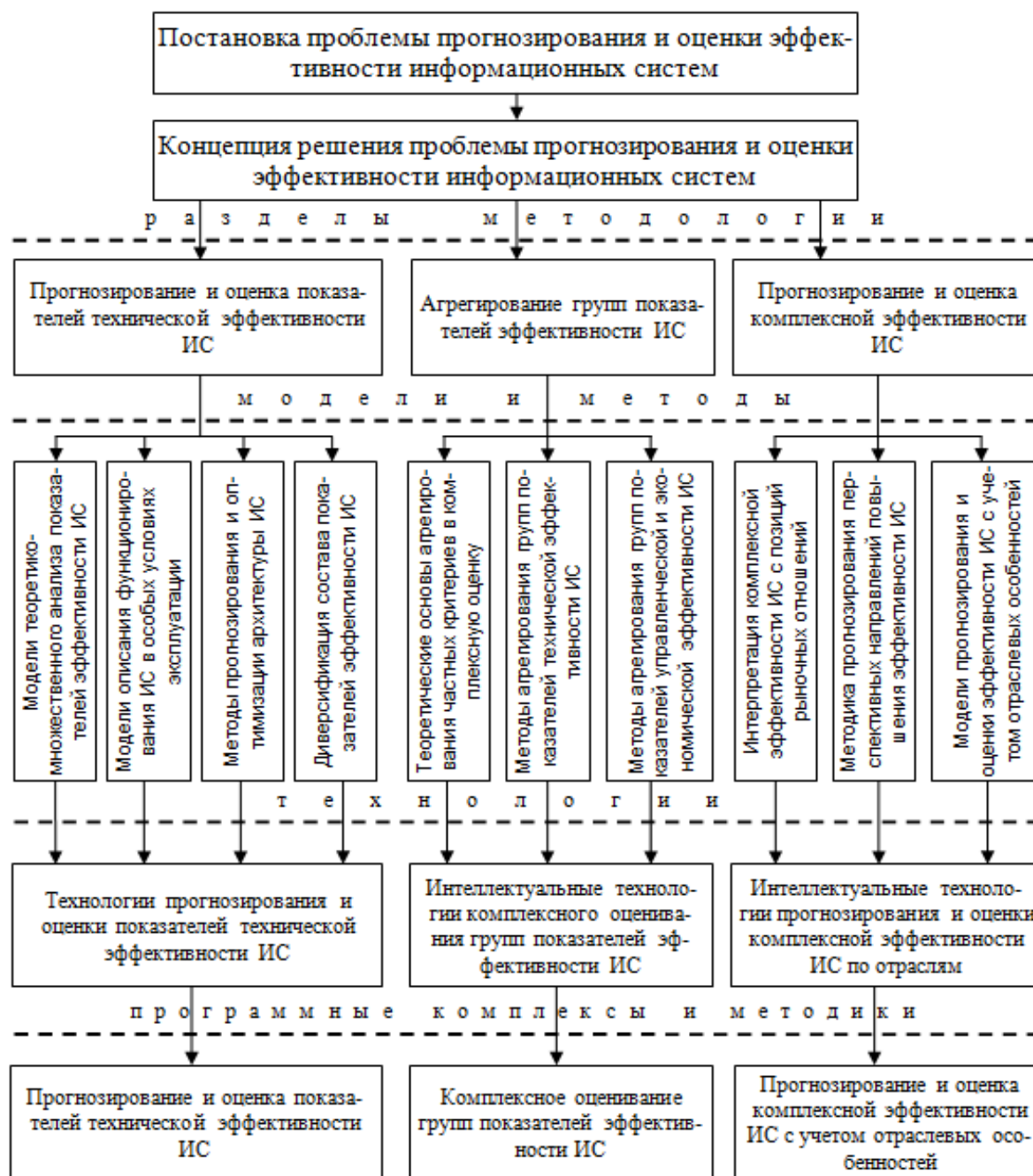


Рисунок 1 - Структура методологии прогнозирования и оценки эффективности ИС

Содержание концепции решения проблемы прогнозирования и оценки эффективности ИС, являющейся центральным элементом структуры методологии, сформулировано на приводимых ниже общепринятых принципах системного анализа.

1. ИС как большая система должна исследоваться методами декомпозиции и композиции путем моделирования нисходящих и восходящих процессов, акцентируя внимание на архитектурно значимых точках (АЗТ) как предельно локализованных связях аппаратных, программных, информационных и функциональных компонентов ИС.

2. Структурная сложность ИС вызывает необходимость ее описания обоснованным множеством подсистем и уровней с существенными связями между ними при высоком разнообразии методов моделирования согласно особенностям физических объектов. Сложность функционирования ИС, характеризуемая множеством переходов их из одних состояний в другие (уровни технической, функциональной, коммерческой и других готовностей) в условиях неопределенности и взаимодействия со средой, сложность выбора поведения и развития требуют адекватных средств описания этих процессов – траекторий в многомерных пространствах параметров, показателей и критериев.

3. Примат целого над частями сложной системы при условии их взаимозависимости и иерархичности, подчеркивает целесообразность развития аппарата оценивания чувствительности системы к вариациям отдельных компонент в форме транзитивных отношений одной или нескольких переменных (задача анализа) и влияния желаемых изменений системы в целом на адекватные изменения ее отдельных элементов (задача синтеза).

4. Сочетание детерминизма и неопределенности в системном подходе к ИС предопределяет использование вероятностного (при доста-

точной статистике) и нечеткого (на основе экспертной информации) подходов к выбору математического аппарата исследования.

5. Учет гносеологической и структурной сложности человеческого фактора, охватывающего рефлексивные предпочтения всех участников обоснования прогнозирования и оценки эффективности ИС с позиций рыночных отношений.

Принципы концепции нашли свое отражение в концептуальной модели развития интеллектуальных технологий прогнозирования и оценки эффективности ИС, что позволило сформулировать полный перечень частных задач исследования, занимающих наиболее актуальное на сегодняшний день место в структуре методологии прогнозирования и оценки эффективности ИС (см. рисунок 1).

3. Модели и методы системного анализа технических и эксплуатационных характеристик эффективности информационных систем.

В развитие концепции решения проблемы прогнозирования и оценки эффективности информационных систем сформулированы ее принципы применительно к созданию архитектурно-ориентированных моделей (АО-моделей) оценивания основных показателей эффективности ИС [2, 3, 4]:

– описание архитектуры ИС на принципе структурной сложности осуществляется через модели элементов системы, разнообразие связей между ними, количество иерархических уровней и общего числа подсистем;

– из принципа системности, исходя из примата целого над частями при условии их взаимозависимости и иерархичности, следует целесообразность агрегирования нижестоящих уровней до архитектурно значимых точек (АЗТ), представляющих результат функционирования;

– из принципа сочетания детерминизма (определенность структуры и состава аппаратной и программной компонент) и неопределенности (случайность воздействия помех и возникновения сбоев и отказов, стохастич-

ность входных потоков данных и реализаций алгоритмов) следует выбор методов исследования функционирования ИС на основе имитационного моделирования;

– из принципа многомодельности следует постановка задачи обработки архитектурно-ориентированных результатов вычислительных экспериментов по исследованию системных связей и функционирования ИС.

Аналитические выражения, описывающие вероятностную модель функционирования ИС с учетом характеристик методов предупреждения Z_{nc} сбоев, обеспечения инвариантности Z_{uc} , обнаружения Z_{oc} , компенсации Z_{kc} сбоев, предоставляемой вычислительной среды и условий эксплуатации, обычно составляют непреодолимую сложность. Это обстоятельство обосновывает необходимость проведения имитационного моделирования в соответствии с теоретико-множественными моделями для аппаратной (А) и программной (П) компонент ИС, показанными на рисунках 2, 3. Приведенные статистические модели ориентированы на варьируемые (var) подмножества r^Z методов защиты и модели помех Γ_a .

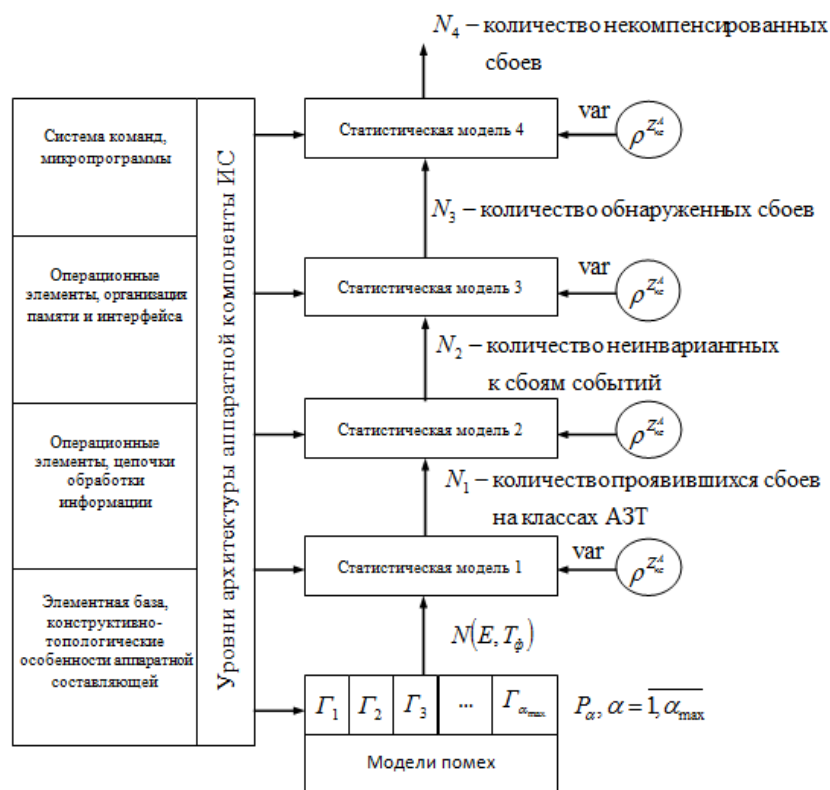


Рисунок 2 - Модель системы обеспечения помехоустойчивости аппаратной компоненты ИС

На этом фундаменте построены технологии системного анализа I группы показателей эффективности информационных систем как совокупности процессов и методов. Последовательность процессов формируется в соответствии с особенностями архитектуры ИС, а их реализация – посредством целенаправленного перебора альтернативных способов решения вычислительных задач.

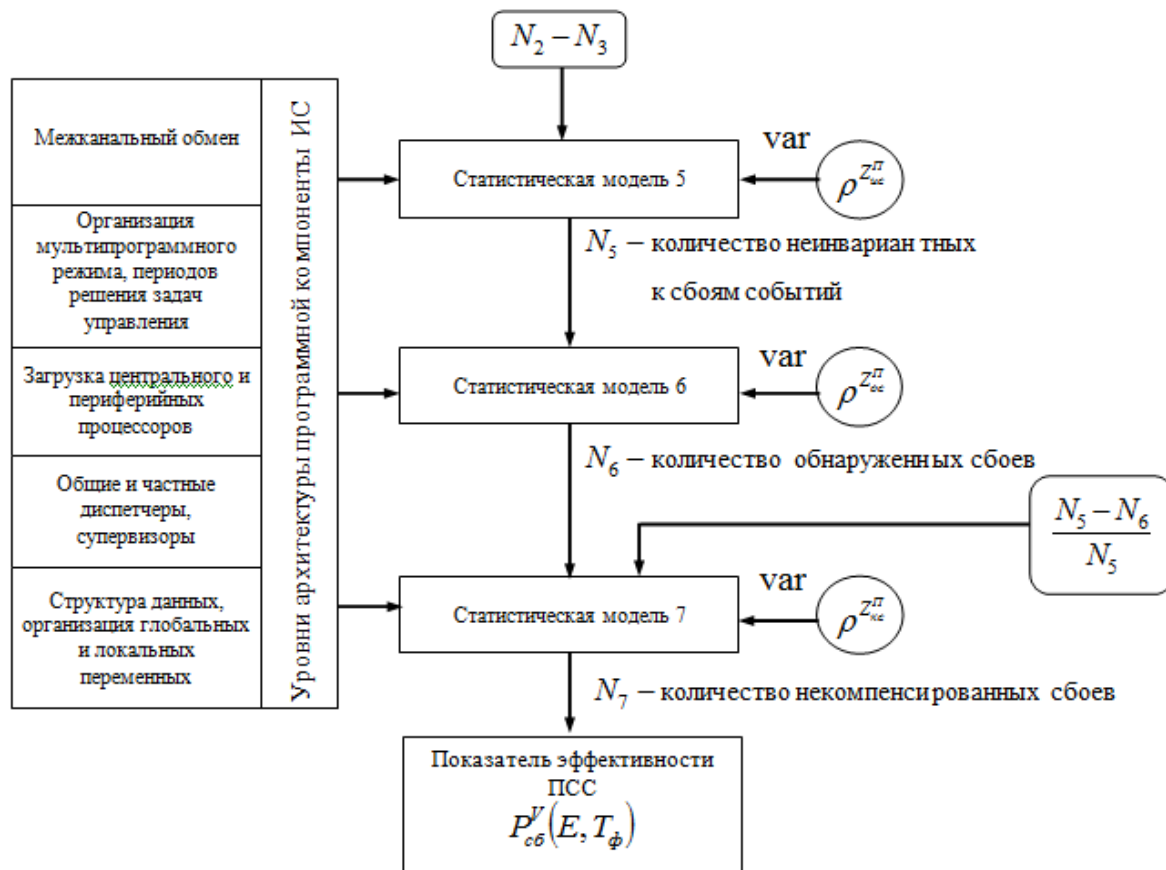


Рисунок 3 - Модель противосбойной системы программной компоненты ИС

На основе анализа существующих методов функционального контроля ИС предложена их диверсификация посредством придания свойств диагностируемости решаемой в ИС задаче по методике оценки реализуемости диагностических признаков.

4. Теоретические основы моделирования предпочтений в виде деревьев критериев с топологической интерпретацией матриц свертки.

Перспективные модели ПЭ относятся к классу механизмов комплексного оценивания, строящихся на основе деревьев целей (критериев) и матриц бинарной свертки в каждом узле, и превосходят известные инструменты исследования свойств объектов с гетерогенными (разнородными) характеристиками, благодаря полной независимости параллельных и ча-

стичной независимости последовательных элементарных процедур агрегирования [5].

Предлагаемые подходы к вопросам конструирования и расширения функциональных возможностей механизмов комплексного оценивания строятся на основе описания топологии матриц свертки [6].

Топологизация матриц свертки, иллюстрируемая рисунком 4, строится на следующем математическом базисе.

1. Шкала переменных укладывается в интервале $[1, 4]$, легко интерпретируемом распространенной четырехбальной системой $\overline{2,5}$.

2. Процедура нечеткой свертки f над элементами x_1, x_2 несущих множеств \tilde{X}_1, \tilde{X}_2 в соответствии с принципом обобщения имеет вид:

$$m_{\tilde{X}}(x) = \sup_{\{f(x_1, x_2) | f(x_1, x_2) = x\}} \min \{m_{\tilde{X}_1}(x_1), m_{\tilde{X}_2}(x_2)\}, \quad (1)$$

где $m(x)$ – функция принадлежности.

3. Аргументы процедуры нечеткой свертки в базовой подобласти $[1, 2] \times [1, 2]$ определения записываются согласно принятой модели нечеткого числа:

$$\tilde{X}_1 = 1 / (1 - m) + 2 / m_1, \quad \tilde{X}_2 = 1 / (1 - m_2) + 2 / m_2. \quad (2)$$

4. Дефазификация переменных (построение четких аналогов \hat{X} нечетких чисел \tilde{X}) осуществляется по известному методу «центра тяжести»:

$$\hat{X} = ЦТ(\tilde{X}) = j(m_1, m_2) = \sum xm / \sum m, \quad (3) \text{ что}$$

совместно с п.3 обеспечивает взаимнооднозначность процедур: $\tilde{x} \leftrightarrow \hat{x}$.

5. Множество матриц свертки, рекомендованных к использованию, канонически сокращается выполнением требования: приращение значений свертки на каждом дискретном шаге изменения аргументов не

превышает по горизонтали (вертикали) и по диагонали 1 и 2 соответственно.

6. Процедура нечеткой свертки в базовой подобласти определения $x_1 \times x_2 = [1,2] \times [1,2]$ описывается отношением:

$$\tilde{X} = f(\tilde{X}_1, \tilde{X}_2) = f(1, 1) / \min((1 - m_1), (1 - m_2)) + f(1, 2) / \min((1 - m_1), m_2) + f(2, 1) / \min(m_1, (1 - m_2)) + f(2, 2) / \min(m_1, m_2), \quad (4)$$

для канонических матриц устанавливающим ровно шесть типов стандартных функций свертки $i \in \overline{0, 5}$, отличающихся в области определения нечеткой свертки $[1, 4]$ смещением $C \in \overline{0, 2} \times \overline{0, 2}$.

7. Функция нечеткой свертки рассматривается в дефазифицированной форме:

$$\hat{X} = \text{ЦГ}(\tilde{X}) = j(f_i(j(\tilde{X}_1), j(\tilde{X}_2))) = f_i(\hat{X}_1, \hat{X}_2) + C. \quad (5)$$

8. Значения функций нечеткой свертки вычисляются в форме (5) и дополняются уравнениями кусочно-гладких проекций линий одинаковых значений результатов оценивания \hat{X}_C (изопрайс, в квалиметрии - изоквалит) на базовую подобласть:

$$\hat{X}_C = j(m_1, m_2) = f_i(\hat{X}_1, \hat{X}_2). \quad (6)$$

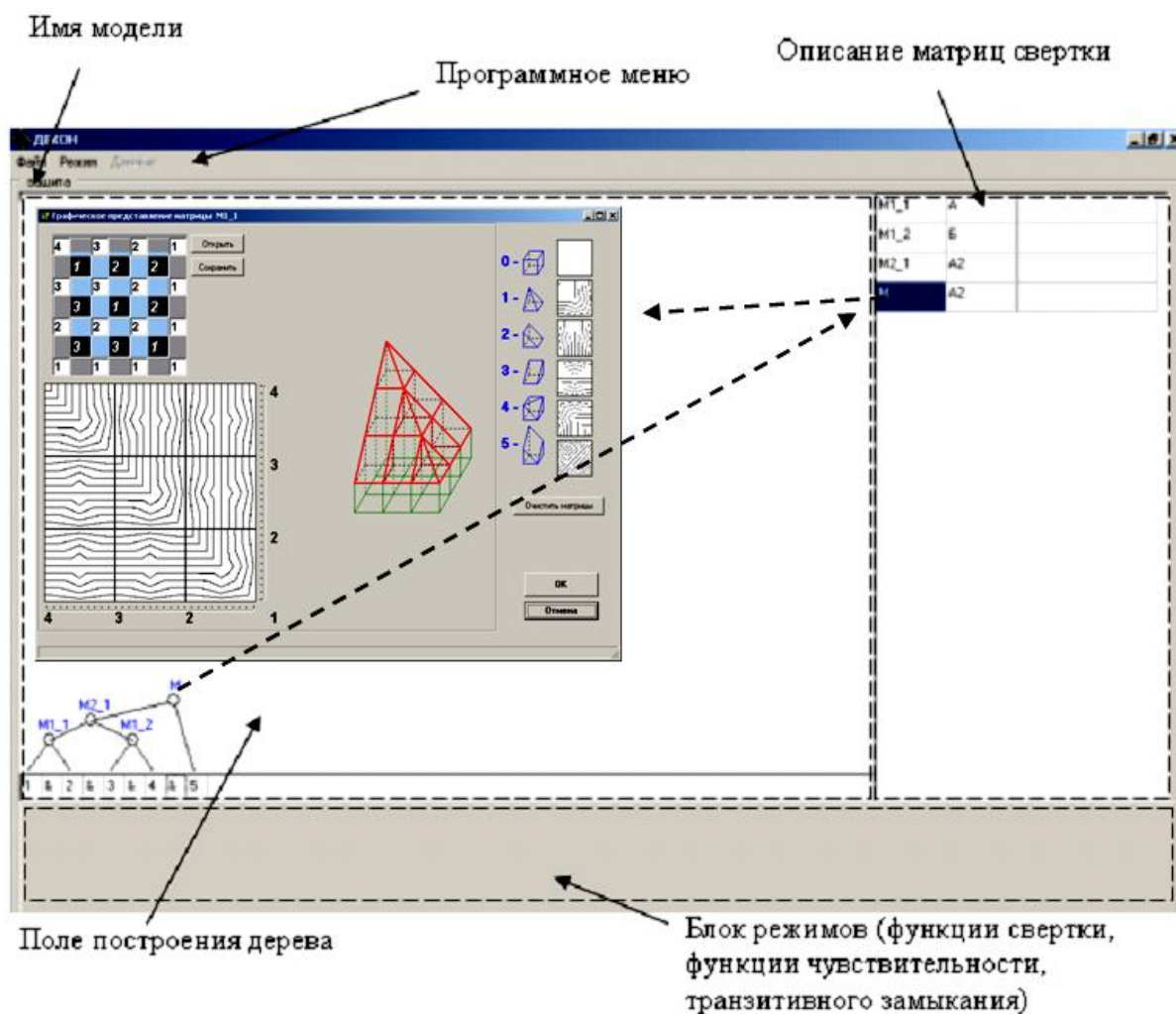


Рисунок 4 - Вариант программной реализации МКО на основе дерева критериев и топологической интерпретации матриц свертки

9. Сопряжение входа \tilde{X}_{j_2} последующей матрицы свертки с предыдущим \tilde{X}_{j_1} достигается соглашением, базирующемся на следствии п. 4:

$$\tilde{X}_{j_1} \rightarrow \tilde{X}'_{j_1} \rightarrow \tilde{X}_{j_1} = \tilde{X}_{j_2}. \quad (7)$$

Отсюда возникают перспективы расширения функциональных возможностей механизмов комплексного оценивания на основе деревьев критериев и топологической интерпретации матриц свертки в направлении совершенствования процедур их конструирования, развития свойств ранжирования объектов сопоставления и чувствительности комплексной оценки

к вариациям частных критериев, а также исследования динамики изменения и прогноза состояний (эффективности) ИС.

Данное положение подводит теоретическую базу к разработке методов моделирования индивидуальных и коллективных предпочтений.

5. Методы моделирования индивидуальных и коллективных предпочтений.

Метод моделирования индивидуальных предпочтений решает в виде мнемонических схем задачу анализа предпочтений ЛПР (разработки моделей) и задачу синтеза (прогнозирования) его поведения (исследование моделей), являясь основой построения интеллектуальных технологий моделирования индивидуальных предпочтений представленных в обобщенном виде на рисунке 5.

Основными процессами первого этапа разработки модели индивидуальных предпочтений являются: структурный синтез МКО, определяющий процесс свертки множества существенных терминальных (доступных разработчику с позиций измерения) частных критериев в комплексную оценку; приведение частных критериев к стандартной шкале комплексного оценивания; конструирование бинарных матриц свертки; разработка процедур вычисления комплексной оценки и транзитивной свертки по всему дереву критериев.

Результатом выполнения перечисленных процессов являются модели индивидуальных предпочтений ЛПР в форме механизмов комплексного оценивания, обладающих расширенным ассортиментом пользовательских возможностей (функциональных свойств).

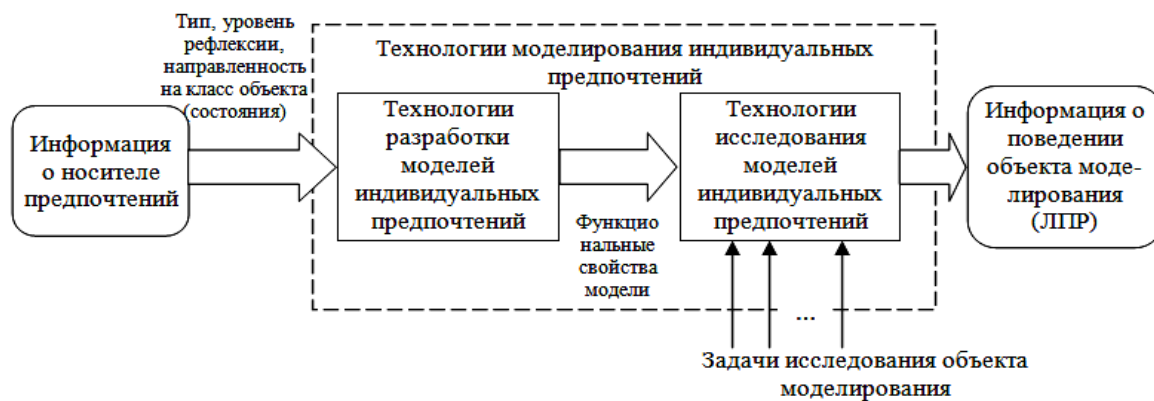


Рисунок 5 - Обобщенная структура интеллектуальных технологий моделирования индивидуальных предпочтений

Второй этап моделирования индивидуальных предпочтений предполагает использование возможностей решения исследовательских задач, охватывающих изучение поведения ЛПР на основе модели его предпочтений.

Основными базовыми процессами этапа исследования модели индивидуальных предпочтений являются: измерение критериев в выбранной или заданной шкале; перевод значений частных критериев из количественной шкалы в качественную и обратно; анализ информации о состояниях объекта и другие.

Для решения задач исследования моделей предпочтений интеллектуальными технологиями предложено их описание оригинальными мнемоническими схемами, объединяющими данные обо всех главных параметрах интеллектуальных технологий, имеющих сложную структуру, и создающими полное совокупное их описание, что необходимо при построении композиции предпочтений всех заинтересованных сторон.

Метод моделирования коллективных предпочтений предполагает использование композиции моделей индивидуальных предпочтений и элементов анализа и обработки информации о взаимодействии этих моделей. Мнение экспертов запрашивается не в виде оценок, а в форме моделей предпочтений, являющихся средством выражения мнений экспертов по

вопросу выбора варианта решения. Каждая модель имеет одну и ту же область определения, составленную из частных критериев объектов сопоставления. После соответствующей обработки полученной информации эксперты могут быть приглашены уже на утверждение окончательного варианта решения, который будем называть согласованным коллективным решением.

Данный механизм может быть модифицирован для принятия коллективных решений в коллегиальных органах, участники которого имеют различные доли ответственности. Это достигается правом тиражирования отдельными экспертами своего мнения пропорционально доле ответственности, что проявится на этапе активной экспертизы.

6. Методологические основы интерпретации комплексной эффективности информационных систем с позиций рыночных отношений.

В настоящем исследовании качественным критерием общественной, народнохозяйственной эффективности конкретной ИС принято считать факт устойчивого позиционирования на рынке продукции этого вида, что означает наличие равновесия между игроками этого рынка: производителем, потребителем (потребителями) и конкурентами. Учет данного факта требует развития методологических основ интерпретации и построения интеллектуальных технологий этого направления: моделирование рынка и рыночных отношений; нахождение решений игры участников рынка (равновесия); обоснование перспективных направлений развития частных критериев эффективности ИС [7, 8].

В качестве модели рынка предложена композиция функций чувствительности моделей предпочтений потребителя (Пот) и производителя (Пр) по параметру цены продукта, играющих роль функций спроса и предложения, соответственно. С помощью построенной модели рассмотрены наибо-

лее важные для настоящего исследования концепции равновесия в процессе доказательства следующих утверждений.

Утверждение 1. Точка равновесия модели рынка, как место пересечения кривых спроса и предложения в плоскости «цена – объем» одновременно, если существует, то соответствует концепциям максиминного равновесия, равновесия Нэша и Парето-оптимальной ситуации.

Следствие 1. Модели рынка одного товара в соответствии с максиминным принципом характеризуются периодически образующимися состояниями равновесия, которые согласно рассмотренным принципам равновесия являются устойчивыми до того момента, пока не изменится комплексное значение хотя бы одного детерминанта: спроса или предложения, т.е. не изменится товар. Последнее событие инициирует новый цикл поиска и удержания равновесия.

Утверждение 2. Стабилизация равновесного состояния рынка одного товара, нарушаемого изменением отдельных терминальных критериев, может быть достигнута удержанием рабочей точки на гиперповерхности изопрайсы за счет адекватного направленного изменения других частных критериев.

Утверждение 3. Для любого наперед заданного изменения комплексного (обобщенного) уровня эффективности продукта на рынке одного товара существует графоаналитическая процедура обоснования конечного числа вариантов, связанных с установлением требуемых изменений его частных показателей эффективности.

Сформулированные и доказанные выше утверждения, а также вытекающие из них следствия открывают дискуссию о назревшей необходимости изменений в сложившейся парадигме прогнозирования и оценки эффективности информационных и других технических систем. Наиболее важным из этих изменений является управление равновесными состояниями

ми рынка, а следовательно и эффективностью ИС, в соответствии с концептуальной схемой, показанной на рисунке 6.

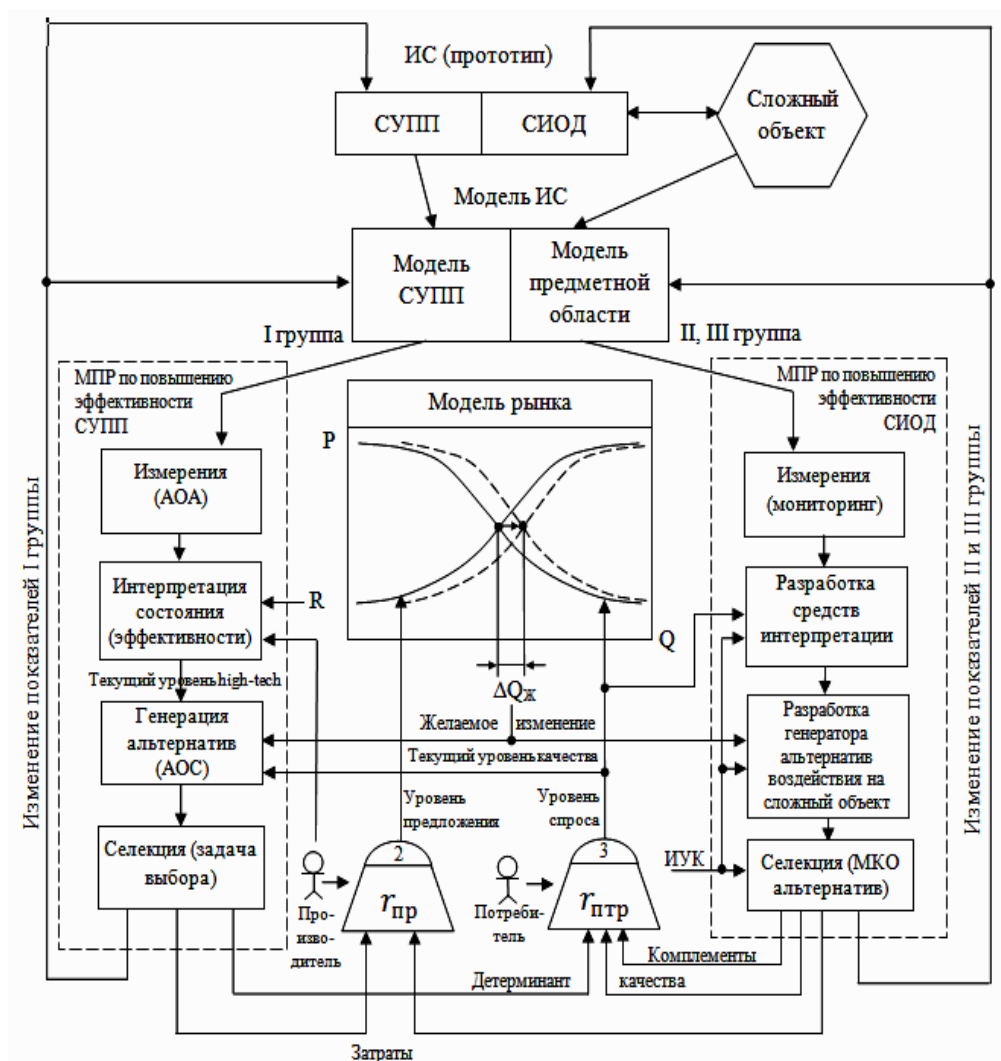


Рисунок 6 - Концептуальная схема интеллектуальных технологий повышения эффективности информационных систем

Процедура обоснования изменяемых параметров рынка в пространствах качественных и количественных значений детерминантов иллюстрируется рисунком 7.

Предложенная методика обоснования перспективных направлений повышения эффективности информационных (технических) систем в виде многошаговой процедуры обосновывает выбор решения задачи производ-

ственного менеджмента с учетом предпочтений заказчика к качеству продукции, возможностей конкурентов и состояния рынка.

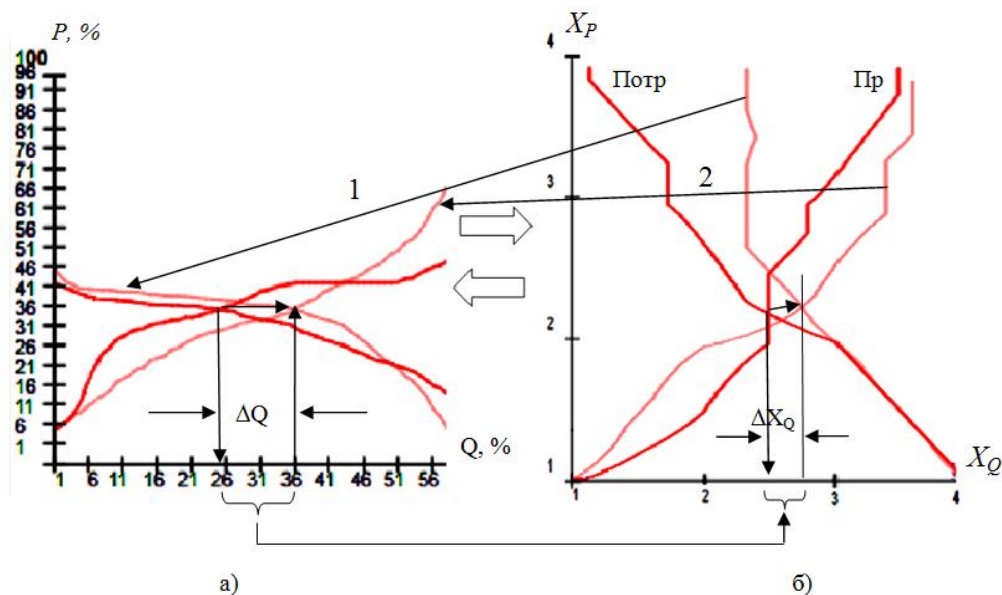


Рисунок 7 - Обоснование качественных изменений (б) равновесного состояния рынка (DX_q) на основе желаемых количественных (DQ) изменений (а) и иллюстрация результата инновационных решений в области качества (1) и себестоимости (2) продукции

Интеллектуальная технология прогнозирования и оценки эффективности ИС как средства анализа и обработки информации реализована в заказной НИР «Черняевский лес». Следуя принципу агрегирования, территория городского лесопарка представлена множеством укрупненных элементов (выделов) как объектов комплексного оценивания, подлежащих кластеризации.

Это подтверждает востребованность II и III групп характеристик ИС, посредством которых учитывается человеческий фактор на этапах интерпретации состояний и селекции управленческих решений по устойчивому развитию лесопарка как биологического объекта и как объекта рекреационных услуг.

Заключение

В настоящем исследовании решена крупная актуальная научная проблема разработки методологии прогнозирования и оценки эффективности информационных систем на основе исследования системных связей и закономерностей их функционирования с учетом отраслевых особенностей и предпочтений заинтересованных лиц. При этом получены следующие новые научные результаты.

1. Разработана концепция решения проблемы прогнозирования и оценки эффективности информационных систем, составляющая основу методологии прогнозирования и оценки эффективности ИС и отличающаяся развитием понятийного аппарата предметной области, построенными концептуальными моделями обоснования с позиций системного анализа актуальности и путей решения задачи агрегирования частных критериев в комплексную оценку для создания математического аппарата интерпретации и селекции многомерных состояний и управлений сложными объектами, а также методов имитационного моделирования функционирования ИС, акцентируя внимание на архитектурно-значимых точках.

2. Построены концептуальные, вероятностные и теоретико-множественные модели архитектурно-ориентированного анализа и оптимизации показателей эффективности ИС в заданных условиях эксплуатации, отличающиеся учетом архитектуры аппаратной и программной компонент на основе введенного понятия архитектурно-значимых точек.

3. Разработаны модели описания функционирования ИС, отличающиеся использованием имитационного моделирования аппаратной и программной компонент с учетом их иерархической структуры, средств обеспечения сбоеустойчивости и воздействия внешней среды.

4. Обоснована возможность совершенствования показателей эффективности ИС на основе диверсификации методов функционального кон-

троля, отличающейся приданием диагностических свойств реализуемым в ИС алгоритмам.

5. Созданы теоретические основы агрегирования частных критериев в комплексный критерий с использованием деревьев критериев и матриц свертки, отличающихся алгоритмическими средствами топологической интерпретации, расширяющими функциональные возможности нелинейных (матричных) механизмов комплексного оценивания как моделей предпочтений.

6. Разработаны методы прогнозирования и комплексной оценки технической и управленческой эффективности ИС, отличающиеся возможностями создания интеллектуальных технологий разработки и исследования моделей индивидуальных предпочтений ЛПР с использованием мнемонических схем, включающих в себя процессы и методы моделирования структурной сложности, сложности функционирования, выбора поведения и развития, и коллективных предпочтений ЛПР на основе модифицированной процедуры активной экспертизы.

7. Разработаны методы прогнозирования и оценки комплексной эффективности ИС с позиций рыночных отношений, отличающиеся интерпретацией понятия эффективности сложных систем с позиций известных концепций равновесия с целью обоснования перспективных направлений развития частных показателей эффективности ИС.

8. Построены модели прогнозирования и оценки эффективности ИС, отличающиеся представлением ИС как технической системы и как средства анализа и обработки информации с учетом отраслевых особенностей сложного объекта.

9. Разработано программное и методическое обеспечение интеллектуальных технологий повышения эффективности ИС, способствующее со-

зданию инновационных программных продуктов, отличающихся востребуемым уровнем инжинирингово-управленческих компетенций пользователя и успешным прохождением государственной регистрации программ для ЭВМ.

Литература

1. Белых А.А., Горлов Ю.Г., Калинин Н.П., Харитонов В.А. Отношение объективного и субъективного в моделях поддержки принятия решений / Под научной редакцией В.А. Харитонova: Монография. – Пермь: ПГСХА, 2008. - 230 с.
2. Белых А.А. Модели и методы синтеза противосбойных систем цифровой аппаратуры управления сложных технических комплексов. Препринт. - Пермь: Институт механики сплошных сред УрО РАН, 2000.- 76 с.
3. Белых А.А., Харитонов В.А. Архитектурно-ориентированный подход к оценке сбоеустойчивости специализированных вычислительных комплексов. // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика, № 11, 2000. С. 51-55
4. Белых А.А. Методика функционального контроля цифровых устройств систем управления объектами агропромышленного комплекса на основе взвешенных алгебраических соотношений // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Выпуск № 3. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – С. 28-37.
5. Белых А.А., Винокур И.Р., Харитонов В.А. Функциональные возможности механизмов комплексного оценивания с топологической интерпретацией матриц свертки // Управление большими системами. Сб. трудов. Вып. 18. М.: ИПУ РАН, 2007. – С. 129-140.
6. Белых А.А., Камалетдинов М.Р., Лыков М.В., Мишкина Е.В. Системы конструирования матриц свертки в экспертных задачах комплексного оценивания // Вестник «УГТУ – УПИ»: Строительство и образование. – Сб. науч. трудов. Екатеринбург: ГО ВПО УГТУ-УПИ, 2006. № 12 (83). – С. 24-26.
7. Белых А.А. и др. Управление инновационным развитием социально-экономических систем / Под редакцией Ю.К. Перского: Монография. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2010. – 512 с.
8. Белых А.А., Харитонов В.А. Интеллектуальные технологии обоснования инновационных решений / Под научной редакцией В.А. Харитонova: Монография. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – 345 с.