

05.13.10
1932

На правах рукописи

ЛЮБИЦЫН Владимир Николаевич

**ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА
ПОДДЕРЖКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ
ГОСУДАРСТВЕННОГО И МУНИЦИПАЛЬНОГО
УПРАВЛЕНИЯ**

Специальность 05.13.10 – «Управление в социальных и экономических
системах»

Автореферат

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Челябинск – 2001

Работа выполнена в Южно-Уральском государственном университете.

Научный руководитель –

доктор технических наук, профессор **Логиновский О.В.**

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор **Чапцов Р.П.**,

кандидат физико-математических наук **Пушников А.Ю.**

Ведущая организация –

Государственное предприятие НПО «Южуралсистема».

Защита состоится 14 ноября 2001 года, в 14.00 часов, на заседании диссертационного совета Д 212.298.03 в Южно-Уральском государственном университете по адресу: 454080, г.Челябинск, пр.им. В.И.Ленина, 76 (конференц-зал, ауд. 244).

С содержанием диссертации можно ознакомиться в библиотеке Южно-Уральского государственного университета.

Автореферат разослан 12 октября 2001 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
к.т.н., доцент



А.М.Коровин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ



В настоящей диссертационной работе обобщены и представлены результаты, полученные соискателем в ходе научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности по созданию, внедрению и развитию автоматизированных информатизированных систем для региональных органов государственной власти и местного самоуправления в период с 1991 года по настоящее время.

Решению проблем применения компьютерных технологий для ведения аналитической работы посвящен целый ряд научных трудов, среди которых выделяются работы Инмона Б., Кодда Э., Кодда С., Салия С., Н. Радена Н., Туо Дж., Джейн А., Мао Ж., Монуддина К., Эделстейна Г., Аджиева В., Бирюкова А., Киселева М., Львова В., Сахарова А.А., Соломатина Е., Коровкина С.Д., Левенец И.А., Щавелева Л.В. и др. Вопросы создания и применения интеллектуальных информационных технологий в органах государственной власти и местного самоуправления рассмотрены в работах Клепцова М.Я., Логиновского О.В., Никитова В.А., Орлова Е.И., Райкова А.Н. и др.

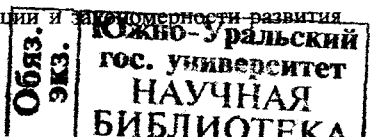
В диссертации использовались подходы и методологии проектирования информационных систем, изложенные в научных работах Гейна К., Марка Д., МакГозна К., Сарсона Т., Зиндера Е.З., Калянова Г.Н., Липаева В.В. Для оценки уровня эффективности и интеллектуальности ИАС использовались подходы и критерии, представленные в работах Логиновского О.В. и Чапцова Р.П.

Актуальность темы. В современных условиях динамично развивающегося мира сложность управления такими объектами как район, город или регион непрерывно увеличивается. Для систематического контроля и анализа множества жизненно важных факторов и нахождения оптимальных управленческих решений властным структурам необходима адекватная информационная поддержка.

Наиболее остро данная проблема стоит в задачах управления такими крупными народно-хозяйственными системами как регионы в связи со следующими обстоятельствами:

- структура и функционирование основных сфер жизнедеятельности регионов описывается большими объемами данных;
- количество сложных внутренних и внешних (межрегиональных и международных) связей постоянно возрастает;
- относительная инерционность процессов, характеризующих развитие сфер жизнедеятельности региона, требует для решения задач управления накопления данных за несколько лет;
- стратегические ошибки, возможно не всегда заметные сразу, с течением времени приводят к масштабным тяжелым последствиям.

Следовательно, как для лиц, принимающих управленческие решения, так и для лиц, участвующих в их подготовке, необходима возможность доступа к достоверным и полным (актуальным и ретроспективным) данным о состоянии объекта в целом и всех его элементов. Только обладание всей совокупностью данных, отражающих текущее состояние, тенденции и закономерности развития



всех основных сфер жизнедеятельности региона (города, района) может стать основой для принятия рационального решения по применению мер регулирования. Но накопленные данные очень часто не могут эффективно использоваться без специального инструментария — информационно-аналитических систем (ИАС), способных разрешить явное противоречие: «Слишком много данных, но недостаточно требуемой информации».

Однако создание, внедрение и эксплуатация ИАС, особенно охватывающей все уровни организационной структуры государственного органа исполнительной власти региона, требует значительных трудовых и финансовых затрат. При этом с большой степенью уверенности можно утверждать, что будучи созданной без использования научно обоснованной методологии и эффективной инструментальной среды, ИАС не даст ожидаемого эффекта. Исходя из этого, сформулирована основная цель диссертационной работы и задачи исследования.

Цель диссертационной работы и задачи исследования. Целью работы является разработка подходов, принципов и методических рекомендаций по формированию функционально развитых информационно-аналитических систем, обеспечивающих поддержку деятельности региональных органов государственной власти и органов местного самоуправления.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решаются следующие задачи:

1. Анализ содержательных аспектов информационно-аналитической работы в органах государственного и муниципального управления.

2. Обобщение современных концепций, методов, возможностей и ограничений инструментальных средств аналитической обработки данных с целью их использования при создании ИАС для региональных органов государственной власти и органов местного самоуправления.

3. Создание моделей функциональной части и информационного ядра ИАС с использованием современных методов структурного системного анализа и эффективной инструментальной среды.

4. Разработка системы проектных решений по оптимизации режимов использования ИАС в процессе подготовки принятия управленческих решений.

5. Формирование комплекса критериев, необходимых и достаточных для проведения сравнительного анализа OLAP-продуктов, предлагаемых фирмами-разработчиками инструментальных средств многомерного анализа данных.

6. Разработка методических рекомендаций по проектированию интегрированных ИАС, рационально концентрирующих данные, используемые на разных организационных уровнях управления для оперативной аналитической обработки и интеллектуального анализа.

7. Разработка методики оценки эффективности и интеллектуальности ИАС, создаваемых в интересах региональных органов государственной власти и органов местного самоуправления.

Методы исследования. Теоретической и методологической основой диссертационного исследования являются методы общей теории систем, теории проектирования систем, теории управления, теории баз данных, теории объектно-

ориентированного проектирования. В качестве методологии структурного анализа и инструментальной среды при разработке функциональной и информационной моделей ИАС применялись соответственно SADT-методология и пакет программ Platinum BPwin2.5.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- теоретическом обобщении и систематизации особенностей, преимуществ и недостатков современных концепций и созданных на их основе инструментальных средств для разработки ИАС с учетом специфики создания подобных систем для региональных органов государственной власти и органов местного самоуправления;

- теоретическом обосновании и проектировании интегрированных ИАС региональных органов государственной власти и органов местного самоуправления с использованием формализованной SADT-методологии на основе синтеза концепций «Хранилища Данных», «Витрин Данных» и OLAP-технологий;

- формировании комплекса критериев и их весовых значений для сравнительного анализа при выборе базового инструментального средства многомерного анализа данных;

- обосновании использования мощной визуальной парадигмы при комплексном анализе социально-экономического развития территорий на основе совмещения в пользовательском интерфейсе графической и семантической составляющих и применения цветовой гаммы для качественной оценки контролируемой информации.

Практическая ценность и реализация результатов работы состоит в выработке общих подходов и принципов, а также разработки комплекса методических рекомендаций, направленных на решение актуальной проблемы повышения информационно-аналитического обеспечения деятельности региональных органов государственной власти и местного самоуправления в новых социально-экономических условиях. Это создает основу для принятия основных проектных решений при разработке интегрированной (трехуровневой) ИАС Правительства Челябинской области. При этом обеспечивается:

- рациональная организация данных в виде иерархических хранилищ данных на реляционной платформе и сопряженных с ними витрин данных, оптимизирующих проведение аналитической обработки данных;

- упорядочивание информационного взаимодействия как внутри Правительства области, так и его с внешними субъектами;

- создание условий для обоснованной выработки стратегии социально-экономического развития области и ее отдельных территорий, подготовки принятия тактических управленческих решений на основе существенного повышения уровня информационно-аналитического обеспечения пользователей на всех организационных уровнях структуры управления Правительства области.

Кроме того, отдельные положения работы, в частности аналитическая обработка данных, основанная на использовании нерегламентированных запросов и отчетов (табличных и в графической форме), реализации процедур «подъем» и «спуск» и др., были использованы при разработке и эксплуатации в Челябинском

областном Фонде обязательного медицинского страхования программных комплексов, выполняющих следующие функции:

- учет, контроль и анализ поступления взносов юридических и физических лиц;
- учет и анализ штрафов и пени, начисленных по камеральным проверкам;
- формирование отчетности и оперативных справок о поступлении финансовых средств;
- учет медицинских услуг и контроль обоснованности оплаты деятельности лечебно-профилактических учреждений за установленный период;
- формирование аналитических данных для проведения экспертизы лечебно-профилактического учреждения.

Апробация работы и публикации. Основные положения диссертационной работы докладывались на следующих конгрессах, форумах, научно-практических конференциях и семинарах:

- Первая региональная конференция «Интеллектуальные информационные технологии и стратегии в системной информатизации Уральского региона» (Уралинформ-94);
- Тематический конгресс «Информационная проблематика нечетких структур» (Екатеринбург, 1996);
- Межрегиональная научно-практическая конференция «Информатизация региональных органов государственной власти» (Самара, 1997);
- Межрегиональный научно-практический семинар «Проблемы информатизации региональных органов управления» (Челябинск, 1997);
- Международная конференция «Высокоскоростные коммуникации для науки и образования — сотрудничество между Россией и Европейским Союзом» (Москва, 1997);
- Международный форум информатизации «Мировое информационное пространство и рыночная экономика России» (Москва, 1997);
- Межрегиональный научно-практический семинар «Информатизация органов управления регионального и муниципального уровней» (Челябинск, 1998);
- Международный научно-практический семинар «Вопросы информатизации и управления органов государственной власти и местного самоуправления» (Челябинск, 1999);
- Межрегиональная научно-практическая конференция «Формирование информационной экономико-статистической системы Уральского региона» (Екатеринбург, 2000).
- Межрегиональный научно-практический семинар «Информационно-аналитические компьютерные системы и технологии в региональном и муниципальном управлении» (Челябинск, 2000).

По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ.

Научные результаты работы и практические рекомендации использованы:

- в «Системном проекте региональной автоматизированной системы органов управления Челябинской области», утвержденном Губернатором Челябинской области в 1998 году в качестве основного документа по стратегии развития информационно-телекоммуникационной инфраструктуры органов власти и управления области;

- при подготовке документа «Информационно-аналитическая система Главного управления по экономике, промышленности и управлению государственным имуществом. Основные проектные решения», утвержденного первым заместителем Губернатора Челябинской области в 2000 году;

- при разработке проектных материалов по автоматизированной информационно-компьютерной системе Губернатора Челябинской области;

- при создании интегрированной информационно-аналитической системы Челябинского Фонда ОМС, охватывающей исполнительную дирекцию и сорок филиалов указанного Фонда в городах и районах Челябинской области.

Связь с государственными и региональными программами. Результаты диссертационного исследования использованы при разработке программ информатизации Челябинской области и Челябинского областного Фонда обязательного медицинского страхования.

Диссертационные исследования связаны с тематикой работ, проводимых в рамках Федеральной целевой программы «Электронная Россия», а также Системного проекта региональной автоматизированной системы органов управления Челябинской области.

Структура и объем работы. Диссертационная работа включает введение, четыре главы, основные выводы и результаты, список литературы (120 наименований), а также пять приложений. Диссертация содержит 141 страницу основного текста, 30 иллюстраций, 5 таблиц.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Результаты анализа современных отечественных и зарубежных концепций, возможностей и ограничений разработанных на их основе инструментальных средств и опыта создания информационно-аналитических систем для органов власти и управления, а также предложения по их использованию для существенного повышения уровня информационно-аналитической поддержки деятельности региональных органов государственной власти и органов местного самоуправления.

2. Обоснование принципов, подходов и методов проектирования интегрированных информационно-аналитических систем, охватывающих несколько уровней организационной структуры управления региональных органов исполнительной власти и имеющих в этой связи развитую функциональную часть и сложную топологию внутримашинной базы.

3. Функциональная и информационная модели информационно-аналитической системы, разработанные на основе формализованной SADT-методологии.

4. Структура пользовательского интерфейса информационно-аналитической системы, синтезирующего графическую и семантическую составляющие и использующего для качественной оценки контролируемой информации цветовую гамму.

5. Комплекс критериев для проведения сравнительного анализа при выборе семейства OLAP- продуктов как базового инструмента для ведения многомерного анализа данных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Ключевые понятия и термины

Data Marts (витрины данных) — множество тематических баз данных, содержащих информацию, относящуюся к отдельным аспектам деятельности организации.

Data Warehouse (хранилище данных) — предметно-ориентированные, интегрированные, неизменяемые, поддерживающие хронологию набора данных, организованные для целей поддержки управления.

Decision Support Systems (DSS) — автоматизированные информационные системы, ориентированные на аналитическую обработку данных (системы поддержки принятия решений).

HOLAP (Hybrid OLAP) — хранение агрегатов в многомерных структурах, а данных — в реляционных структурах.

MOLAP (Multidimensional OLAP) — использование многомерных структур для хранения агрегатов и копии данных из реляционных структур.

Multi-dimensional conceptual view (многомерное концептуальное представление) — множественная перспектива, состоящая из нескольких независимых измерений, вдоль которых могут быть проанализированы определенные совокупности данных.

On-Line Analytical Processing (OLAP) — программные продукты (системы их использующие), обеспечивающие многомерный анализ данных.

On-Line Transaction Processing (OLTP) — автоматизированные информационные системы, ориентированные на операционную (транзакционную) обработку данных.

ROLAP (Relational OLAP) — использование реляционных структур для хранения агрегатов и данных.

Измерения — основные атрибуты анализируемого процесса, служащие осями куба данных.

Навигация по иерархии измерений (drill up и drill down) — изменение уровня группировки данных по какому-либо измерению при просмотре куба данных (детализация — drill down, обобщение — drill up).

Показатели — данные, количественно характеризующие анализируемый процесс, находящиеся на пересечении осей куба данных.

Проблемы развития технологий информационно-аналитической работы в административно-организационном управлении связаны, прежде всего, с динамично развивающимися содержательными аспектами этой деятельности в контексте происходящей в настоящее время смены парадигмы функционирования органов государственной власти субъектов Российской Федерации и местного самоуправления. Всесторонний анализ указанных проблем показал, что новые механизмы управления регионами, городами и районами настоятельно требуют кардинального улучшения информационно-аналитического обеспечения создания и реализации рациональной стратегии устойчивого развития административно-территориальных образований.

Функционирующие сегодня отдельные информационно-аналитические системы (ИАС) в некоторых регионах Российской Федерации (города Москвы, Самарской, Пермской, Ярославской и других областей) построены на устаревшей концептуальной основе создания информационных систем, поскольку в них практически не используются современные средства и механизмы подготовки и аналитической обработки данных

Вместе с тем уже имеется ряд новых подходов к организации и обработке данных, таких как «Хранилище данных», «Витрины данных», многомерный анализ данных, интеллектуальная обработка данных и др. На их основе разработаны некоторые инструментальные средства в той или иной мере дающие возможность проектирования ИАС, обеспечивающих поддержку деятельности органов регионального и муниципального управления, на более высоком уровне. В то же время в практической деятельности государственных региональных и муниципальных органов управления пока совершенно отсутствует опыт внедрения новейших интеллектуальных информационных технологий, базирующихся на указанных подходах и средствах. При этом разработка функционально развитых интегрированных ИАС, охватывающих все организационные уровни управления указанных органов власти, требует современной концепции и усовершенствованной методологии, основанной на использовании новейших методов системного структурного анализа, а также комплекса научно-методических рекомендаций по разработке основных проектных решений.

Это и определило направление диссертационного исследования, связанного с обобщением современных подходов, методов, возможностей и ограничений инструментальных средств аналитической обработки данных с целью их использования при создании ИАС региональных органов государственной власти и местного самоуправления. Основой решения этой задачи могут и должны стать информационно-аналитические системы (ИАС), созданные с использованием современных концепций и инструментальных средств на базе научно проработанного комплекса методических рекомендаций, прошедших апробацию.

В работе рассмотрены факторы, сдерживающие создание ИАС, как систем динамических и ориентированных на поддержку принятия управленческих решений. Сформирована наиболее полная на сегодня структура ИАС с включением в нее всех возможных информационно-технологических компонентов. Адекватная концепция создания ИАС должна включать в себя следующие основные составляющие:

- решения по сбору, согласованию и организации хранения данных;
- способы и методы аналитической обработки накопленных и рационально организованных данных;
- методы интеллектуальной обработки данных;
- способы и методы визуализации результатов аналитической и интеллектуальной обработки данных;
- технологии подготовки и разработки прогностических сценариев и методов принятия решений.

В этой связи осуществлено деление информационно-аналитической работы на «оперативную аналитическую обработку данных» (ОАОД) и «интеллектуальную обработку данных» (ИОД). ОАОД определена как технология, основанная на использовании интерактивной последовательности нерегламентированных запросов и отчетов и требующая организации данных (хотя бы на логическом уровне) в виде гиперкубов. ИОД представляет собой технологию, автоматически генерирующую информацию, которая может быть охарактеризована как знания. Проведена классификация стадий и методов ИОД. Показано, что несмотря на перспективность использования ИОД, применение данной технологии сдерживается из-за высокой стоимости соответствующих инструментальных средств и относительной сложностью их внедрения. И, напротив, использование ОАОД представляется как наиболее реальная возможность для создания достаточно эффективного инструментария ведения информационно-аналитической работы.

При разработке *теоретико-методологических положений проектирования функционально развитых ИАС* сформированы требования к ключевым функциям ИАС и к процедурам их реализации, выполнена постановка задачи информационно-аналитической поддержки управленческой деятельности, осуществлены обоснование целесообразности многомерного представления данных, а также выбор методологии и инструментальной среды формирования функциональной и информационной моделей ИАС.

Существо информационно-аналитической работы в региональных органах государственной власти и органах местного самоуправления связано с выяснением причинно-следственных связей между событиями, определением тенденций, закономерностей и аномалий в происходящих процессах социально-экономического развития территорий. Это требует наличия у ИАС комплекса функций нерегламентированного многокритериального поиска информации и предоставления результатов в наиболее удобном для восприятия виде.

В формализованном виде обычный информационный запрос представлен следующим выражением:

$$I = (I_1 \wedge I_2 \wedge \dots \wedge I_{k_1}) \vee (I_1^2 \wedge I_2^2 \wedge \dots \wedge I_{k_2}^2) \vee \dots \vee (I_1^j \wedge I_2^j \wedge \dots \wedge I_{k_j}^j), \quad (1)$$

где

I — нерегламентированный многокритериальный запрос (интегрированный критерий);

I_i — i -й элемент в l -м кортеже элементов интегрального критерия, $i = 1, 2, \dots, k_l$; $l = 1, 2, \dots, j$.

Значения элементов в кортежах могут быть различны и определяются диапазоном величин, задаваемых ограничениями в виде равенств, неравенств или числового коридора. Эти ограничения могут иметь, например, следующую реализацию:

$$\left. \begin{aligned} a_1 &\leq I_1 \leq a_2; \\ a_3 &\langle I_1^2; \\ I_1^3 &= a_3; \\ I_1^4 &\neq a^4; \\ I_1^5 &\dot{=} a_5. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Одним из важных требований к функциям ИАС является нормирование текущих данных к данным предыдущих периодов, средним значениям и т.д. с тем, что бы аналитик мог оперативно провести качественную оценку комплекса показателей социально-экономического развития территорий и определить направление более детального анализа данных. Классификация пользователей ИАС в региональных органах государственной власти и органах местного самоуправления (аналитики, руководители среднего звена и высшее руководство) и определение их потребностей к средствам ИАС при выполнении своих функциональных обязанностей позволяет говорить о том, что в современных условиях подобный анализ просто невозможно осуществлять без создания для указанных органов интегрированной многоуровневой ИАС.

Вопрос целесообразности использования многомерного представления данных в ИАС указанного назначения решается положительно основываясь на том, что информационно-аналитическая работа в региональных органах государственной власти и органах местного самоуправления базируется на анализе социально-экономическом развитии региона, его территорий, отдельных сфер жизнедеятельности, инфраструктуры и т.д., которые описываются наборами данных различной разреженности. При этом многомерная информационная модель представлена в виде

$$M=(I, U, O), \quad (3)$$

где

$I=\{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ — множество измерений (осей гиперкуба), в базисе которых находятся ячейки численных показателей, при этом n фиксированных значений (по одному значению для каждого измерения) однозначно задают ячейки в заданном гиперпространстве;

$U=\{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ — множество уровней обобщения данных по измерениям многомерной модели, при этом каждому измерению i_k ставится в соответствие уровень обобщения u_k из некоторого подмножества уровней обобщения $U_k \subset U$, а с каждым u_k , в свою очередь, связано множество экземпляров этого уровня обобщения $E_k = \{e_{k1}, e_{k2}, \dots, e_{ku_k}\}$, т.е. точек на координатной оси уровня обобщения;

$O=\{o_1, o_2, \dots, o_{|O|}\}$ — множество областей однородного получения значений показателей (например, численные поля таблиц реляционной базы данных или значения показателей, рассчитываемые по формулам и т.д.).

В качестве измерений гиперкубов данных могут быть «Время», «Территории», «Отрасли», «Виды продукции», «Виды налогов и сборов» и др. Базовая

многомерная модель данных — вырожденный гиперкуб, имеет три измерения: «Время», «Территории» и «Показатели». Пример, поясняющий формирование 4-мерных информационных моделей на основе базовой модели, представлен на рис.1. Формула для определения общего количества типов многомерных моделей, необходимых при комплексном анализе социально-экономического развития территории имеет следующий вид:

$$Q = \sum_{i=1}^m V_i - M + 1, \quad (4)$$

где

m — количество групп макропоказателей, характеризующих социально-экономическое положение региона ($m = 15-20$);

V_i — количество типов гиперкубов в i -ой группе макропоказателей ($V_i = 1-5$);

M — количество групп макропоказателей, включающих базовую модель ($M \leq 20$).

4-е измерение:

Отрасль (Перечень отраслей)
или

Вид продукции (Перечень видов продукции)

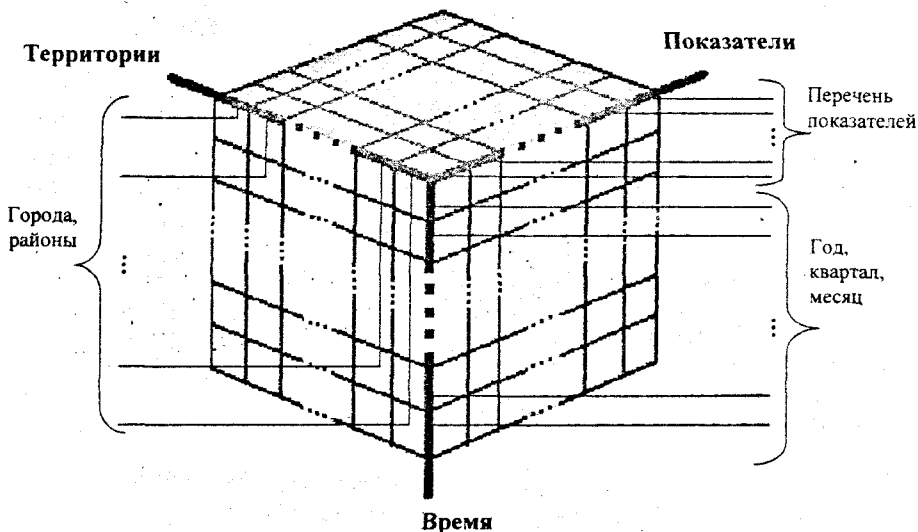


Рис.1. Пример многомерных (4-х мерных) информационных моделей, используемых при анализе промышленного сектора экономики региона с дополнением базовой модели измерением «Отрасль» или «Вид продукции»

В диссертации разработан сформирован комплекс критериев для проведения сравнительного анализа существующих OLAP-продуктов, являющегося основой методики выбора семейства инструментальных средств при создании ИАС. Всего использовано шестнадцать критериев, сгруппированных в шесть субкомплексов.

Формализуем методологию проектирования ИАС на основе теоретико-множественного и лингвистического подходов. Описание процесса проектирования можно организовать в виде иерархии взаимосвязанных диаграмм. Вершина этой древовидной структуры представляет собой самое общее описание системы, а ее основание состоит из наиболее детализированных описаний, которые соответствуют листьям дерева проектирования системы (множество листьев $\{z_i^{k_i}\}$, где k_i — количество уровней дерева для подмножества Z_i).

Пусть A — базовое множество структурных блоков. Всю внешнюю среду будем рассматривать как особый блок, который обозначим через E . $Ar(A)$ — множество отношений, определенных на множестве A (разных уровней обобщения). При этом k -размерным отношением r называется совокупность упорядоченных наборов (кортежей) из k элементов вида $\langle a_1, a_2, \dots, a_k \rangle$. Иначе говоря, отношение r есть подмножество декартова произведения $r \subset A \times A \times \dots \times A$, которое графически выражено в виде ориентированного графа.

Отношение r и название отношения R необходимо различать, для чего вводится понятие сигнатуры Ω . При этом названию отношения сопоставляется само отношение: $r = \mu(R)$.

Определим сигнатуру системы как $\Omega = \langle X, U, M, Y \rangle$,

где $X = \{x_i^{k_i}\}$ (здесь x_i — имя i -го отношения k_i местности) — множество имен отношений разной местности, определяющих входное воздействие на блоки;

$Y = \{y_i^{k_i}\}$ — множество имен отношений разной местности, которые определяют выходные параметры блоков;

$U = \{u_i^{k_i}\}$ — множество имен отношений разной местности, определяющих управляющее воздействие на блоки;

$M = \{m_i^{k_i}\}$ — множество имен отношений разной местности, определяющих механизмы блоков.

Таким образом, множество Ar определяет множество всех отношений в модели из сигнатуры Ω :

$$Ar = \{ \mu(x_i^{k_i}) \} \cup \{ \mu(y_i^{k_i}) \} \cup \{ \mu(u_i^{k_i}) \} \cup \{ \mu(m_i^{k_i}) \}. \quad (5)$$

В дальнейшем множество $\{ \mu(x_i^{k_i}) \}$ будем обозначать как $\mu(X)$, по аналогии введем обозначения $\mu(Y)$, $\mu(U)$ и $\mu(M)$.

Все отношения можно разделить на два больших вида, первый из которых определяет отношения, связывающие модель с внешним миром, второй —

отношения, действующие внутри модели. То есть любой элемент множества *Arrow*, соединяет либо блоки и внешнюю среду, или блоки между собой.

Определим проект ИАС в сигнатуре Ω как кортеж $M = \langle A, \mu \rangle$, где μ — инъективное отображение сигнатуры Ω в $Ar(A)$, которое сопоставляет названию отношения R^n из сигнатуры Ω отношение r^n соответствующей размерности.

При этом элементы модели должны удовлетворять следующим свойствам:

а) $\forall a \in (A \cup Ar) [\exists name \in IDEN]$. Любая стрелка или блок описывается одним и только одним именем *name*, принадлежащего множеству всех идентификаторов системы *IDEN*.

б) $[\mu(X) \cap \mu(U) = \emptyset] \& [\mu(U) \cap \mu(M) = \emptyset] \& [\mu(X) \cap \mu(M) = \emptyset]$. Любой

элемент из множества *Ar* не может являться одновременно отношением типов входные данные, управление и механизм.

Система $\langle A', \mu' \rangle$ является подсистемой системы $\langle A, \mu \rangle$, если: 1) $A' \subseteq A$; 2) для $\forall R^n \in \Omega$ выполняется $\mu'(R^n) \subseteq \mu(R^n)$.

Понятие сигнатура, фактически разделяет имя отношения *R* и само отношение $r = \mu(R)$. Это сделано для того, чтобы обойти парадокс, который заключается в том, что отношение, выполняющееся всюду на элементах модели, на тех же самых элементах подмодели не выполняется.

Внешняя среда для подсистемы есть особый блок *E*, хотя это более широкое понятие, чем для системы, поскольку в него входит множество $A \setminus A'$.

Система $\langle A', \mu' \rangle$ обладают следующими специфическими свойствами:

а) $\forall a_i \in A' [\exists r^n(\dots, a_i, \dots) \in \mu'(Y)]$. Каждый блок генерирует не менее одной стрелки. Стрелка выходит из правой части блока и обозначает выходные данные. При этом данная стрелка может быть: выходными данными модели, то есть, $E \in r^n(\dots, a_i, \dots)$ или воздействием на блок $a_j \in r^n(\dots, a_i, \dots)$, при этом возможно $i = j$. То есть стрелка типа *Y* для одного блока может являться стрелкой типа *X, U* или *M* для других блоков.

б) $\forall a_i \in A' [\exists r^n \in \mu'(X): a_i \in r^n]$. В каждый блок должна входить с левой стороны хотя бы одна стрелка — вход извне или от другого блока.

в) $\forall a_i \in A' [\exists r^n \in \mu'(U): a_i \in r^n]$. Любой блок должен управляться извне или каким-либо другим блоком. В каждый блок должна входить хотя бы одна стрелка сверху.

г) $\forall a_i \in A' [\exists r^n \in \mu'(M): a_i \in r^n]$. Любой блок должен иметь механизм выполнения функции, обеспечиваемый извне или каким-либо другим блоком. В каждый блок должна входить хотя бы одна стрелка снизу.

Построение иерархической структуры ИС можно описать лексикографическими средствами.

Контекстно-свободную грамматику, порождающую систему из начальной диаграммы, определим как четверку:

$$G = \langle IDEN, T, D_0, R \rangle, \quad (6)$$

где $IDEN$ — алфавит грамматики, множество имен всех стрелок и блоков; T — терминальные блоки системы, $T \subset A$; D_0 — начальная диаграмма, цель грамматики; R — множество правил грамматики вида:

1. $D_0 ::= a_1 b_{a_1}$, где $a_1 \in (A \setminus T)$, $b_{a_1} \subset Ar$ — стрелки, инцидентные блоку a_1 и определяющие его взаимодействие с внешней средой.

2. $a_j b_{a_j} ::= \bigcup_{k=1}^n a_j b_{a_j}$, где $j = i \cdot 10 + k, k = \overline{1, n}$. При этом $a_i \in (A \setminus T)$, то есть является нетерминальным блоком, $b_{a_i} \subset Ar$ — стрелки, инцидентные блоку $a_j \in A$; каждое отношение b_{a_i} превращается в отношения b_{a_j} , того же типа, что и b_{a_i} , которые связывают соответствующие a_j -блоки с внешней средой. Таким образом, осуществляется декомпозиция a_i -блока и инцидентных ему отношений и получается диаграмма D_i , отвечающая всем требованиям определения диаграммы. Вновь созданная диаграмма может состоять из терминальных, нетерминальных блоков, а также их сочетания.

Признаком окончания проектирования является выражение всех диаграмм через терминальные блоки, то есть терминальные символы грамматики.

Выбор методов и средств системного структурного анализа проводился на основе положений, полученных в результате представленной формализации методологии проектирования ИАС. Проведенный сравнительный анализ двух наиболее развитых методологий SADT и DFD показывает, что выбор должен быть сделан в пользу SADT-методологии. В диссертации также обоснован выбор того, что в качестве инструментальной среды по формированию функциональной и информационной моделей ИАС следует использовать программный пакет BPwin фирмы Platinum Technology. Одним из главных аргументов в пользу этого решения является возможность интеграции пакета BPwin с пакетами этой и других фирм (ERwin фирмы Platinum, BPSimulator и Arena фирмы System Modeling Corp. и др.), позволяющими развивать созданные модели на более поздних этапах проектирования и сопровождения ИАС.

С использованием методологии SADT и инструментальной среды BPwin сформированы функциональная и информационная модели ИАС, а также проведен их качественный анализ. Структурные диаграммы для первых двух уровней функциональной и информационной моделей ИАС представлены соответственно на рис.2. и рис.3.

Процесс реализации интерактивной последовательности нерегламентированных запросов и отчетов представлен в работе в виде цикла из шести стандартных

Применение ИАС
в процессе подготовки
принятия управленческих решений

Op A0

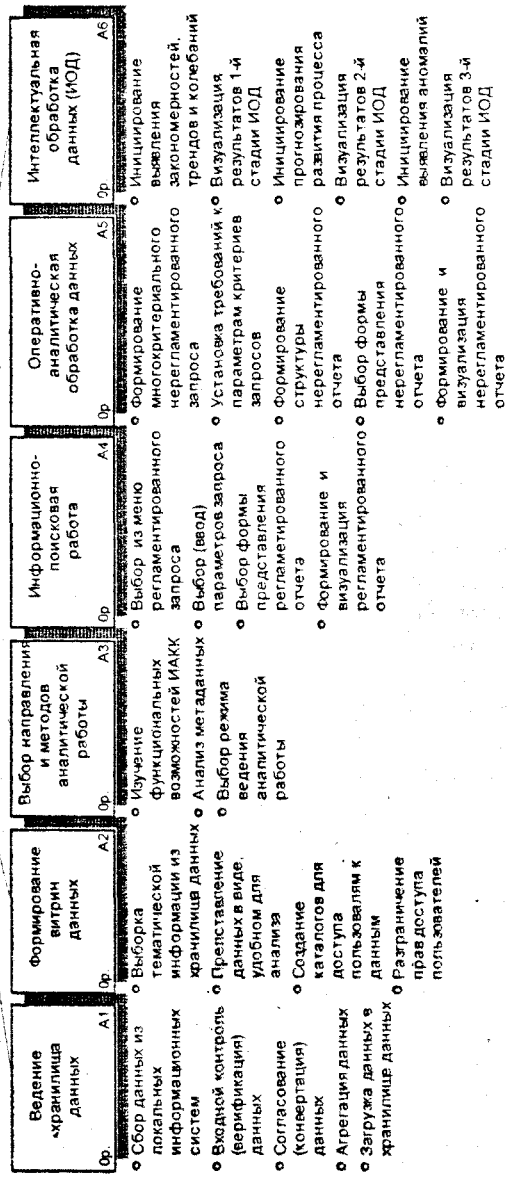


Рис.2. Структурная диаграмма (дерево) функциональной модели информационно-аналитической системы

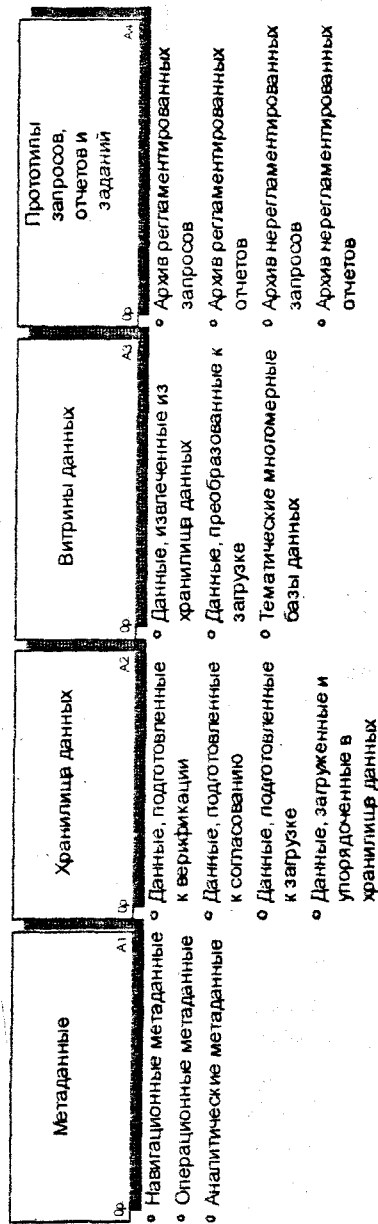
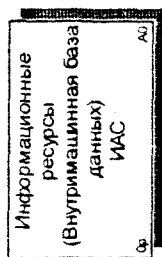


Рис.3. Структурная диаграмма (дерево) информационной модели информационно-аналитической системы

процедур. Разработаны алгоритмы процедуры формирования запроса, как человеко-машинной и определяющей сценарий ведения информационно-аналитической работы на очередном ее цикле.

Оптимизация процессов проектирования и режимов функционирования ИАС основана на идеях использования для минимизации времени конструирования нерегламентированных запросов метода прототипирования, процедур «спуска» (drill down) и «подъема» (drill up), а для оптимизации форм представления данных в процессе аналитической деятельности — мощной визуальной парадигмы, которая получила реализацию в разработке пользовательского интерфейса ИАС. Данный интерфейс (рис.4) на основе рационального совмещения графической и семантической составляющих и использования цветовой гаммы для качественной оценки контролируемой информации предоставляет пользователям ИАС возможность общей оценки развития сфер жизнедеятельности региона в целом, его территорий и выбора направления более детального анализа данных.

При этом показатели социально-экономического развития территории (области, города или района) на определенный момент времени, сгруппированные заданным образом, можно представить в виде кортежа:

$$D(t_j) = \langle M_1(t_j) M_2(t_j) \dots M_f(t_j) \rangle, \quad (7)$$

где

$D(t_j)$ — комплекс данных, характеризующих социально-экономическое развитие территории в момент времени t_j ;

$\langle M_1(t_j) M_2(t_j) \dots M_f(t_j) \rangle$ — группы показателей, каждая из которых характеризует состояние определенной сферы социально-экономического развития территории в момент времени t_j ;

f — длина кортежа групп показателей.

Любую группу показателей, в свою очередь, можно представить аналогичным образом в виде

$$M_n(t_j) = \langle \Pi_n^1(t_j) \Pi_n^2(t_j) \dots \Pi_n^k(t_j) \rangle, \quad (8)$$

где

$\langle \Pi_n^1(t_j) \Pi_n^2(t_j) \dots \Pi_n^k(t_j) \rangle$ — показатели, характеризующие состояние n -ой сферы социально-экономического развития территории в момент времени t_j ;

k — длина кортежа показателей

Методика проектирования ИАС, представленная в диссертационном исследовании, включает комплекс положений, принципов, и методических рекомендаций по проектированию интегрированной ИАС для органов власти, имеющих многоуровневую структуру управления. Данная методика реализована на примере создания ИАС Правительства Челябинской области.

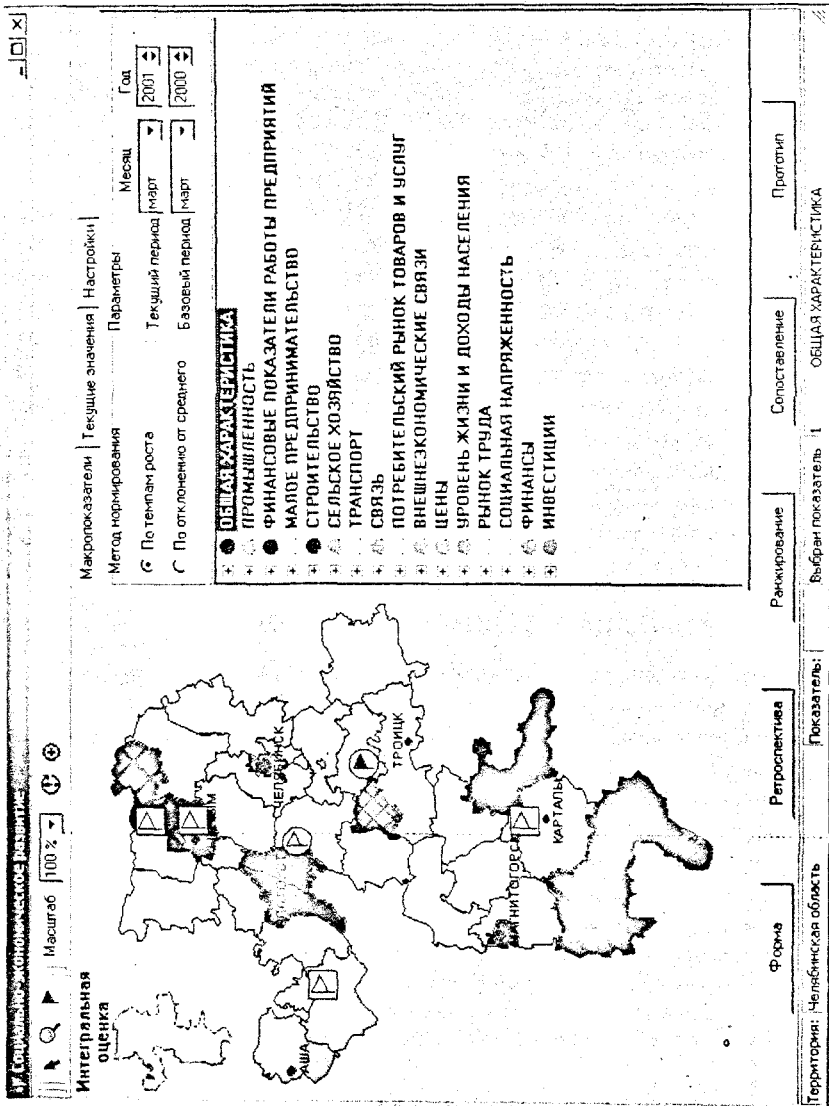


Рис. 4. Пример пользовательского интерфейса с совмещением графической и семантической составляющих (качественная оценка информации о социально-экономическом развитии Челябинской области (семантическая составляющая) и темпов роста/снижения 3-х базовых макроэкономических показателей в городах и районах области за год (графическая составляющая))

При этом обоснована и использована концепция иерархического хранилища данных как основополагающее проектное решение по организации топологии внутримашинной базы интегрированной ИАС (рис.5). Предложен состав и формы представления исходных данных, достаточных и необходимых для разработки функциональной и информационной модели по SADT-методологии и в инструментальной среде BPwin. Особо подчеркнута необходимость тщательной проработки иерархии целей ИАС как основы для применения метода проектирования «сверху—вниз». Обоснован и принят подход, оптимизирующий организацию хранилища данных за счет использования СУБД реляционного типа и витрин данных в виде многомерных баз данных, создаваемых либо по установленному регламенту, либо по инициативе пользователей.

Проведена апробация методики выбора OLAP-продуктов по комплексу критериев, которым присвоены весовые коэффициенты. В результате сравнительного анализа, основанного на указанной методике, в качестве инструментального средства многомерного анализа данных выбрано семейство OLAP-продуктов фирмы Cognos. Представлена технология создания хранилищ и витрин данных с учетом требований используемых средств данной фирмы. Рассмотрена проблема интеграции существующих информационных систем в ИАС и предложено ее решение путем их реинжиниринга с помощью комплекса инструментальных средств фирмы Cognos.

Приведена методика оценки эффективности и интеллектуальности ИАС. В качестве реального примера ее использования осуществлен анализ наличия у ИАС Правительства Челябинской области базовых интеллектуальных структур с целью определения уровня ее интеллектуальности.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В диссертационной работе обобщен отечественный и зарубежный опыт разработки и применения концепций, методов и инструментальных средств для создания информационно аналитических систем в органах государственного и муниципального управления, разработаны научные положения, принципы, модели, алгоритмы и структура пользовательского интерфейса. Выполненные исследования образуют методическую основу для создания систем подобного класса, существенно повышающих уровень информационно-аналитической поддержки деятельности органов государственной власти субъектов Российской Федерации и местного самоуправления.

Проделанные исследования позволили сформулировать следующие основные выводы и получить конкретные результаты.

1. В связи с динамично развивающимися в Российской Федерации экономико-политическими процессами происходит смена парадигмы управления в органах

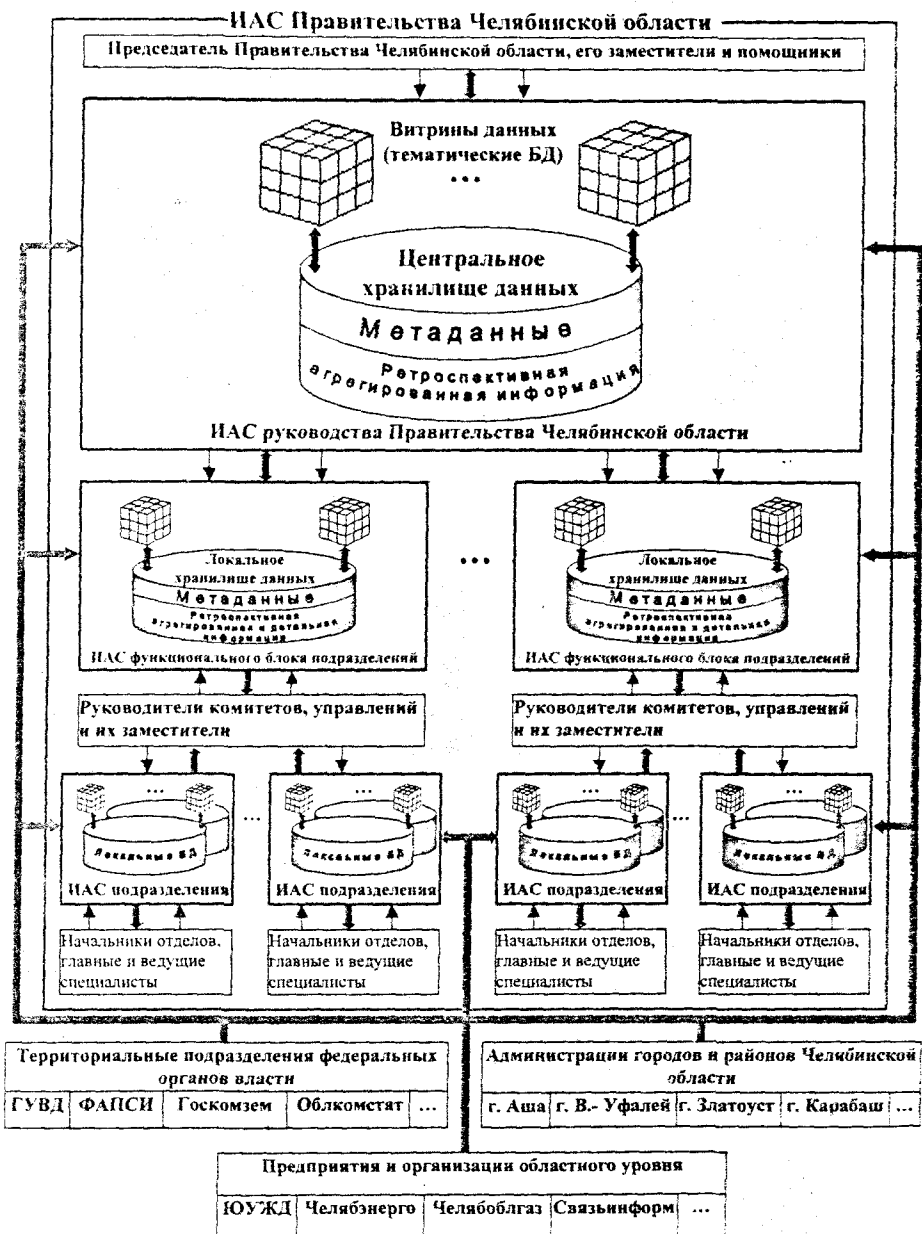


Рис. 5. Укрупненная структурная (трехуровневая) схема ИАС Правительства Челябинской области:

↓ — Информационные потоки; ↓ — Запросы на представление данных

государственной власти и местного самоуправления, что делает задачу информационно-аналитического обеспечения указанных властных структур весьма актуальной. Вместе с тем, анализ размерности информационных потоков и форм представление информации в указанные структуры, наличия в них информационных ресурсов, используемых методов их организации и обработки позволили сделать вывод о совершенно недостаточном уровне использования современных технологий аналитической обработки данных.

2. Анализ выдвинутых в России и за рубежом в последнее время (5–10 лет) концепций и разработанных на их основе специальных инструментальных средств по аналитической обработке данных, имеющих разную степень агрегации и охватывающих временной период в многие годы, однозначно показывает, что решение задачи информационно-аналитического обеспечения органов государственной власти субъектов Российской Федерации и местного самоуправления на требуемом уровне в настоящее время технически возможно.

3. В работе сформулированы и формализованы требования к функциям информационно-аналитической системы, создаваемой в интересах региональных органов государственной власти и органов местного самоуправления, главными из которых признаны:

- Многокритериальный нерегламентированный поиск информации с установкой критериев и их значений самим пользователем с достаточной степенью свободы;
- Наличие у системы мощной парадигмы визуализации представленной пользователю информации.

4. Основываясь на проведенной в диссертационной работе классификации пользователей информационно-аналитической системы для властных структур (аналитики, руководители среднего звена и высшее руководство) выдвинута идея о целесообразности построения подобных систем как многоуровневых, интегрирующих детальную информацию с соответствующими метаданными (уровни подразделений и функциональных блоков подразделений властных структур) и агрегированную информацию в совокупности со своими метаданными и метаданными нижних уровней в центральном хранилище данных.

5. Обоснована возможность и целесообразность использования многомерного концептуального представления данных о территории с целью комплексного анализа ее социально-экономического развития. Предложен комплекс критериев для проведения сравнительного анализа существующих OLAP-продуктов, являющегося основой методики выбора семейства инструментальных средств при создании информационно-аналитической системы. Детально рассмотрен процесс ведения информационно-аналитической работы в организационно-административном управлении, как итерационный и имеющий цикл из шести стандартных процедур. Разработан алгоритм выполнения наиболее ответственной, человеко-машинной процедуры, включающей формирование запроса и установку требований по виду и объему выдаваемых системой результатов.

6. Проведено обоснование и выбрана методология формирования функциональной и информационной моделей ИАС как формализованных результатов проведения этапа структурного анализа при создании информационно-аналитической системы в интересах властных структур. С

помощью SADT-методологии в инструментальной среде BPWin сформированы функциональная и информационная модели информационно-аналитической системы указанного назначения, а также проведен их качественный анализ.

7. Разработаны подходы по минимизации времени конструирования нерегламентированных многокритериальных запросов, основанные на использовании их прототипов, а также методы, оптимизирующие процессы визуализации данных при комплексном анализе социально-экономического развития территорий на основе рационального совмещения в пользовательском интерфейсе графической и семантической составляющих и использования цветовой гаммы для качественной оценки контролируемой информации.

8. Разработан комплекс методических рекомендаций:

- по формированию основных положений и принципов проектирования подобных систем;
- по составу и формам представления исходных данных при разработке функциональных и информационных моделей системы;
- по технологии создания хранилищ данных ИАС с учетом требований используемых инструментальных средств;
- по способу интеграции существующих нескольких информационных систем подразделений в ИАС путем их реинжиниринга;
- по оценке экономической эффективности и интеллектуальности ИАС, обеспечивающих поддержку принятия обоснованных управленческих решений.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Любичын В.Н. Территориальная информационная система-интегратор функционирования субъектов обязательного медицинского страхования (организационно-методологический аспект)// Интеллектуальные информационные технологии и стратегии в системной информатизации Уральского региона: тезисы докладов I-й региональной конференции. — Челябинск: ТОО «Версия», 1994. — С. 80–83.

2. Любичын В.Н., Коровин А.М. О разработке автоматизированной системы анализа экономического развития предприятий области по данным облкомстата// Проблемы информатизации региональных органов управления: сборник докладов межрегионального научно-практического семинара. — Челябинск: Администрация Челябинской области, ЮУрГУ, 1998. — С. 108–112.

3. Логиновский О.В., Любичын В.Н. Современные информационные технологии — основа реформирования муниципальной статистики// Информатизация органов управления регионального муниципального уровня: сборник докладов межрегионального научно-практического семинара. — Челябинск: Администрация Челябинской области, ЮУрГУ, 1999. — С. 17–21.

4. Любичын В.Н., Севергина В.Г. Информатизация ЧОФОМС: основные этапы и достигнутые результаты// Там же. — Челябинск: Администрация Челябинской области, ЮУрГУ, 1999. — С. 46–47.

5. Любичын В.Н. Автоматизация проектирования функций поиска и представления данных в информационно-аналитических системах// Вопросы информатизации и управления органов государственной власти и местного самоуправления: сборник докладов международного научно-практического семинара. — Челябинск: Администрация Челябинской области, ЮУрГУ, 2000. — С. 155–157.

6. Логиновский О.В., Любичын В.Н. Создание и развитие региональной информационной системы управления// Система обработки информации и управления: архитектура и программное обеспечение: сборник научных трудов. — Челябинск: ЮУрГУ, 1998. — С. 59–61.

7. Любичин В.Н. Современные информационные технологии — основа реформирования статистики// Формирование информационной экономико-статистической системы Уральского региона: тезисы выступлений на межрегиональной научно-практической конференции. — Екатеринбург: Свердловский облкомстат, 2000. — С. 59–61.

8. Логиновский О.В., Любичин В.Н. Информационно-аналитические системы: концепции и методология создания// Информационно-аналитические компьютерные системы и технологии в региональном и муниципальном управлении: сборник докладов на межрегиональном научно-практическом семинаре. — Челябинск: Администрация Челябинской области, ЮУрГУ, 2001. — С. 42–52.

9. Любичин В.Н. Отечественные и зарубежные инструментальные программные средства создания информационно-аналитических компьютеризированных комплексов// Информационно-аналитические компьютерные системы и технологии в региональном и муниципальном управлении: сборник докладов на межрегиональном научно-практическом семинаре. — Челябинск: Администрация Челябинской области, ЮУрГУ, 2001. — С. 187–203.

10. Любичин В.Н., Коровин А.М., Олейник И.И. Требования к разработке автоматизированной информационной системе областного управления по делам ЗАГС// Информационно-аналитические компьютерные системы и технологии в региональном и муниципальном управлении: сборник докладов на межрегиональном научно-практическом семинаре. — Челябинск: Администрация Челябинской области, ЮУрГУ, 2001. — С. 257–261.

11. Любичин В.Н., Коровин А.М. Структурный системный анализ — ключевой этап проектирования информационно-аналитической системы региональных органов государственной власти// Информационно-аналитические компьютерные системы и технологии в региональном и муниципальном управлении: сборник докладов на межрегиональном научно-практическом семинаре. — Челябинск: Администрация Челябинской области, ЮУрГУ, 2001. — С. 304–314.

12. Любичин В.Н. К вопросу создания информационно-аналитической системы органов государственной и муниципальной власти// Информационные, измерительные и управляющие системы и устройства: тематический сборник. — Челябинск: ЮУрГУ, 2001. — С. 102–106.

