

На правах рукописи



Осипова Виктория Викторовна

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАОПИСАНИЙ
ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
СИСТЕМАХ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка
информации (отрасль: промышленность)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Томск – 2011

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Чудинов Игорь Леонидович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Ехлаков Юрий Поликарпович

кандидат технических наук, доцент
Кириенко Владислав Евгеньевич

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск

Защита состоится «13» декабря 2011 г. в 14⁰⁰ на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 212.269.06 при ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по адресу: 634034, г. Томск, ул. Советская, 84/3.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по адресу: 634034, г. Томск, ул. Белинского, 55.

Автореферат разослан «11» ноября 2011 г.

Ученый секретарь совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 212.269.06, кандидат технических наук, доцент



Сонькин М.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. В настоящее время руководителям различных подразделений современных предприятий требуется, помимо сводных данных, оформляемых в виде разнообразных отчетов, оперативный доступ к детальным сведениям по любым объектам предметной области (ПрО). Эта потребность делает актуальным для автоматизации систем организационного управления (СОУ) использование процедурно-ориентированных средств, которые обеспечивают универсальность обработки данных без специфики конкретного функционального подразделения. Такие универсальные средства должны обеспечивать единообразный пользовательский интерфейс, автоматически настраиваемый на любые таблицы базы данных (БД), и типовой набор стандартных функций обработки. Универсальность в значительной степени обеспечивают любые программы-оболочки (например, Allround Automations PL/SQL Developer и Quest Software TOAD for Oracle), которые используют метаданные словаря данных БД и реализуют интерфейс для построения запросов к БД, однако они ориентированы на профессиональных разработчиков, требуют специальной квалификации и знания структуры БД и поэтому плохо подходят для использования конечными пользователями. В связи с этим существует потребность в разработке процедурно-ориентированных средств для работы с БД в СОУ в терминах ПрО.

Необходимым условием функционирования любых универсальных систем является наличие системного описания структуры и семантики данных ПрО и модели его представления. Для получения такого описания требуется методика проектирования концептуальной информационной модели ПрО (КИМПО). О нетривиальности проектирования высококачественной КИМПО говорят многие классики, как зарубежные ученые: Э. Кодд, К. Дейт, Дж. Мартин, Ч. Бахман, П. Чен, Р. Баркер и др., – а также отечественные исследователи: М. Р. Когаловский, М. М. Виноградов, А. М. Вендров, С. Д. Михновский, И. Л. Чудинов и др. В известных работах процесс проектирования КИМПО, основанный на инфологическом представлении ПрО, сводится к описанию последовательности выполнения действий, однако не предлагаются способы их реализации, т.е. не дают готовых «рецептов в приготовлении» такой модели. Поэтому, как сказал известный классик Р. Баркер, процесс построения КИМПО считается своего рода искусством. При этом разнообразные CASE-средства играют вспомогательную роль и фактически позволяют лишь систематизированно описывать результаты работы аналитиков и взаимодействия их с представителями ПрО. Кроме того, в связи с расширением запросов пользователей с течением времени необходимые, даже в будущем, объекты ПрО могут не полностью быть выявлены в КИМПО или вообще отсутствовать. Эти проблемы традиционного подхода в значительной степени преодолеваются интеграционной методикой Чудинова И.Л.–Исаева И.В., которая позволяет на основе анализа доменов и отношений между ними формализовано определить наличие и тип связи между сущностями. Но и здесь не решаются задачи установления обязательности связей и выявления связей

между сущностями при отсутствии атрибутов связи, что предлагается реализовать в работе. В отличие от интеграционного подхода, ориентированного на анализ текущих информационных потребностей пользователей, декомпозиционный подход, основанный на методах системного анализа, ориентирован на будущие потребности пользователей в информации и позволяет получить полный перечень информационных элементов КИМПО. Вопросам в области системного анализа посвящены труды зарубежных учёных: М. Хаммер, Дж. Чапли, С. Янг, Р. Акофф и др.; среди отечественных работ можно выделить исследования томской школы, представителями которой являются Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко, В. З. Ямпольский, В. А. Силич и др. Однако для проектирования КИМПО применение декомпозиционного подхода является затруднительным (ввиду отсутствия универсальной методики), что вызывает необходимость разработки методики проектирования КИМПО для выявления базовых объектов ПрО и соответствующих им сущностей.

Для представления результатов проектирования КИМПО необходимо автономное хранимое описание структуры и семантики данных ПрО, используемое универсальными средствами обработки данных. В качестве такой модели могли бы выступать готовое описание метаданных из репозитория Oracle Designer или словаря данных БД, однако их недостаточная семантическая выразительность: отсутствие русскоязычных семантических названий объектов и описания связей между объектами, – не позволяет использовать их для работы пользователей с универсальными средствами в терминах ПрО. Существующие модели представления знаний в системах управления знаниями (СУЗ) позволяют также описывать знания о ПрО, однако в связи с отсутствием интеграции сформированной семантической модели ПрО с БД невозможно представить в СУЗ описание структуры данных ПрО, используемое приложениями СОУ. Перечисленные выше обстоятельства обусловили необходимость разработки собственной модели представления системного описания структуры и семантики данных КИМПО.

Целью работы является разработка и исследование метаописаний информационной базы в автоматизированных системах организационного управления для работы конечных пользователей в терминах предметной области с универсальными средствами обработки и анализа структуры данных.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие **задачи исследования**:

1. Провести анализ известных методик информационного моделирования ПрО, применяемых в автоматизированных СОУ.
2. Осуществить развитие интеграционной методики, предложенной Чудиновым И.Л. – Исаевым И.В., в части:
 - 2.1. разрешения функциональной зависимости между сущностями при отсутствии атрибутов связи;
 - 2.2. выявления связи на основе анализа доменов неключевых атрибутов;
 - 2.3. установления обязательности связи между сущностями на основе атрибутов связи.

3. Предложить методику проектирования КИМПО, используя известный в системном анализе метод декомпозиции с интерпретацией стандартных моделей-оснований для рассматриваемой системы.

4. Создать описание КИМПО в виде системного справочника, содержащего не только традиционное описание структуры, но и семантики данных ПрО и обеспечивающего возможность создания универсальных средств обработки данных в СОУ.

5. Разработать информационно-программный комплекс, включающий приложение по актуализации системного справочника и универсальные средства обработки данных в СОУ с пользовательским интерфейсом в терминах ПрО.

Объектом исследования является концептуальная информационная модель предметной области для автоматизированных систем организационного управления.

Предметом исследования являются метаописания информационной базы в системах организационного управления.

Методы исследований. В работе использованы методы системного анализа, теория множеств, теория реляционной модели данных, а также методы структурного программирования.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. В развитии интеграционной методики проектирования КИМПО:
 - 1.1. Впервые разработан механизм разрешения функциональной зависимости между атрибутами различных сущностей при отсутствии атрибутов связи.
 - 1.2. Предложено формализованное выявление связи типа М:М на основе анализа доменов неключевых атрибутов.
 - 1.3. Предложен формальный аппарат определения обязательности связи между сущностями на основе атрибутов уникального ключа сущности, на стороне которой связь является подчиненной.
 - 1.4. Предложены правила формирования наименования различных типов сущностей КИМПО, атрибутов и связей между сущностями в рамках реляционной модели данных.
2. Предложена методика проектирования КИМПО на основе метода декомпозиции с интерпретацией стандартных моделей-оснований для выявления базовых объектов и соответствующих им сущностей для СОУ.
3. Предложена модель описания структуры и семантики данных КИМПО в виде системного справочника, обеспечивающего возможность создания процедурно-ориентированных универсальных средств обработки данных с пользовательским интерфейсом в терминах ПрО.

Практическая ценность и реализация результатов работы.

1. Предложенная в работе методика хорошо масштабируется и может быть использована для информационного моделирования различных ПрО, в том числе промышленных предприятий и вузов как СОУ, для которых обязательным принципом информатизации является создание единой информационной среды. Декомпозиционная методика проектирования КИМПО применена в ТПУ для выявления базовых сущностей и связей информационной

базы единой информационной среды вуза.

2. Методика проектирования КИМПО использована в процессе создания БД в ООО «Томскнефтегазпереработка» при разработке программных комплексов для сферы организационного управления.

3. Структура системного справочника учитывает только специфику реляционной модели данных и может быть использована для любых реляционных СУБД.

4. Приложение по актуализации системного справочника устанавливает соответствие системного описания текущей структуре БД из различных источников готовых метаданных. Универсальные средства обработки данных достаточно просто настраиваются на работу с любыми БД Oracle. Разработанный ИПК универсальных средств внедрён в единую информационную среду ТПУ, ООО «Томскнефтегазпереработка», ООО «ФлексСофт».

5. Основные положения предложенной методики проектирования КИМПО используется в учебном курсе «Базы данных», который преподаётся студентам Национального исследовательского Томского политехнического университета. Основные результаты диссертационного исследования описаны в учебном пособии «Базы данных» / И.Л. Чудинов, В.В. Осипова. Томск: Изд-во ТПУ, 2011. 140 с.

Внедрение результатов работы. Результаты диссертационной работы внедрены в ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», ООО «Томскнефтегазпереработка», ООО «ФлексСофт», что подтверждено соответствующими документами.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Анализ функциональной зависимости между атрибутами различных сущностей позволяет выявить новые сущности и связи для КИМПО.

2. Обязательность связи между сущностями в КИМПО может быть установлена на основе анализа доменов атрибутов уникальных ключей рассматриваемых сущностей.

3. Корректное именование разных типов сущностей, атрибутов и связей позволяет унифицированно представить КИМПО конечным пользователям в универсальных средствах обработки данных.

4. На основе идей метода декомпозиции системного анализа посредством интерпретации моделей-оснований может быть реализована методика проектирования КИМПО для СОУ, позволяющая получить полный перечень объектов ПрО, в том числе не выявленных в рамках существующей КИМПО.

5. Модель описания структуры и семантики ПрО может быть реализована в виде системного справочника, интегрированного с описанием БД. На основе системного справочника может быть создан информационно-программный комплекс универсальных средств, обеспечивающий работу конечных пользователей с любыми данными БД с интерфейсом в терминах ПрО.

Личный вклад:

1. Механизм разрешения функциональной зависимости между сущностями при отсутствии атрибутов связи, правила формирования наименования

различных типов сущностей ПрО, атрибутов и связей между ними в рамках реляционной модели данных разработаны автором лично. Зависимость обязательности связи между сущностями от вхождения атрибутов связи в состав уникального ключа сущности установлена автором в развитии идей, предложенных научным руководителем И.Л. Чудиновым.

2. Интерпретация моделей-оснований известной методики декомпозиции для рассматриваемой системы выполнена автором лично.

3. Системное описание структуры и семантики данных КИМПО в виде системного справочника разработано автором лично.

4. Приложение по актуализации системного справочника и универсальная информационно-справочная система разработана автором лично, универсальная система актуализации данных – в соавторстве с И.В. Исаевым.

Апробация работы. Основные результаты работы представлены в виде докладов на следующих конференциях: VI Всероссийская научно-практическая конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии» (г. Томск, ТПУ, 26–28 февраля 2008 г.), IX Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям «УМ–2008» (г. Кемерово, КемГУ, 28–30 октября 2008 г.), VI Международная научно-методическая конференция «Новые образовательные технологии в вузе (НОТВ–2009)» (г. Екатеринбург, УрФУ, 2–5 февраля 2009 г.), Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР – 2009» (г. Томск, ТУСУР, 12–15 мая 2009 г.), III Международная научно-практическая конференция «Информационная среда вуза XXI века» (г. Петрозаводск, ПетрГУ, 21–25 сентября 2009 г.), VIII Всероссийская научно-практическая конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии» (г. Томск, ТПУ, 3–5 марта 2010 г.), Международная научно-практическая конференция «Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий (ИНФО-2010)» (г. Сочи, МИЭМ, 1–10 октября 2010 г.), X Международная конференции по электронному бизнесу «WHICEB–2011» (Китай, г. Вухан, Китайский университет геологии, 28–29 мая 2011 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 работ: 2 – в рецензируемых отечественных изданиях, рекомендованных ВАК, 10 – в материалах российских и международных конференций.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературных источников из 101 наименования и 5 приложений. Общий объём работы составляет 140 страниц, включая 55 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновывается актуальность работы, формулируются цель работы и задачи исследования, формулируется научная новизна, описываются личный вклад автора, практическая значимость и реализация результатов, сведения о внедрении результатов, апробации, объёме и структуре работы.

В **первой главе** рассматриваются особенности проектирования КИМПО в СОУ, описываются распространённые методики проектирования КИМПО, проводится анализ моделей представления КИМПО.

Системы, объектом управления которых являются не технические установки, а коллективы людей, называются *системами организационного управления (СОУ)*. Автоматизация СОУ подразумевает создание приложений, реализующих её функции, для которых требуется построение описания предметной области. Под *предметной областью (ПрО)* понимаем часть реального мира, подлежащая изучению с целью организации управления и автоматизации, содержащая множество фрагментов, состоящих из совокупности *взаимосвязанных объектов* и их *характеристик*. Для построения автоматизированных СОУ необходимо иметь не реальную ПрО, а её абстрактное представление – модель. Любая *модель* – это конечное, упрощённое и приближённое отображение оригинала в соответствии с поставленной целью. Для решения управленческих задач СОУ необходима модель, представляющая собой систематизированную информацию об объектах ПрО, которую назовём *концептуальной информационной моделью ПрО (КИМПО)*. КИМПО определяем как результат отображения реального мира в виде совокупности взаимосвязанных описаний свойств объектов ПрО. Тогда созданную аналитиком КИМПО предлагается соотнести с семантическим треугольником Огдена-Ричардса: КИМПО представляет собой описание в виде совокупности слов (выражений), указывающих на объекты (референты) ПрО, с вложенным в них смыслом (значением), который они отражают.

Главная роль в представлении информации о ПрО в автоматизированных СОУ отводится *базам данных (БД)*. Для описания формирования структуры БД из КИМПО рассмотрен процесс проектирования БД, для которого предложена аналогия со строительством здания. В работе отмечено, что на сегодняшний день отсутствуют готовые «рецепты»-методики в формализованном «приготовлении» КИМПО и процесс «строительства»-проектирования КИМПО рассматривается своего рода искусством, а качество построенного здания БД зависит от опыта, таланта «строителя»-аналитика и тесного взаимодействия с заказчиком – представителем ПрО. Сопоставление этапам проектирования БД трёхуровневой архитектуре ANSI/SPARC описано по предложенной аналогии с архитектурой здания при строительстве.

Для получения описания структуры и семантики данных ПрО в работе рассматриваются существующие *методики проектирования КИМПО*. В зависимости от метода получения информации о ПрО выделяются *декомпозиционный* и *интеграционный* подходы к построению КИМПО. Распространённые *интеграционные* методики проектирования: LRDM, IDEF1X, Case*Method Р. Баркера, ORM, – предлагают на основе инфологического описания ПрО определять состав сущностей, декларировать их ключи, с помощью которых устанавливать связи между ними, тип и обязательность связей, что задаёт порядок проектирования КИМПО, однако не определяет собственно способа для выявления объектов КИМПО. Ввиду появления новых информационных потребностей с течением времени, эти

методики требуют постоянного развития КИМПО, что ведёт к отсутствию необходимых информационных элементов КИМПО. Эти проблемы в значительной степени преодолеваются интеграционной методикой Чудинов–Исаев, которая предлагает рассматривать каждую сущность изолированно от других сущностей, которые затем формализованно связывать, т.е. декларируется принадлежность значений атрибутов определённым доменам и отношения между доменами, а связи между сущностями автоматически выводятся. Но и здесь не решаются задачи установления обязательности связей между сущностями и выявления связей между сущностями при отсутствии атрибутов связи. *Декомпозиционный* подход, основанный на методах системного анализа ориентирован на будущие потребности пользователей в информации и использует последовательное, многоуровневое разбиение системы на подсистемы до простых элементов системы, однако из-за сложности своей реализации (невозможности создать универсальную методику) не нашёл применения в информационном моделировании ПрО. Для проектирования КИМПО в работе предлагается методика проектирования КИМПО, которая позволит в первую очередь определить полный перечень моделируемых типов объектов ПрО (и соответствующих им сущностей) с помощью нисходящего метода декомпозиции на основе стандартных моделей-оснований, а затем формализовано связать полученные объекты ПрО с помощью восходящего интеграционного подхода.

Полученное в результате применение методики описание данных ПрО представляет собой *метаданные*, состав которых необходимо определить для функционирования универсальных средств. Выявлено соответствие иерархии типов метаданных (системных, структурных, семантических) предложенным аспектам описания данных, что позволило для работы универсальных средств организовать метаданные следующим образом: семантические метаданные, предназначенные для представления КИМПО в терминах ПрО, фактически представляют собой надстройку над структурными метаданными, описывающими БД как источника данных КИМПО и использующими системные метаданные для управления доступа к данным. Предложенные в различные периоды подходы к организации различного типа метаданных, которые могут служить в качестве моделей представления КИМПО, рассматриваются с точки зрения предложенных критериев: формализованное выявление связи между сущностями, установление обязательности связи, регламент наименования сущностей, атрибутов и связей. Результаты проведённого анализа позволяют сделать вывод о существовании в них представления структуры данных КИМПО и об отсутствии или наличии недостаточного в реализации способа представления описания семантики данных ПрО для работы конечных пользователей с универсальными средствами в терминах ПрО, что вызывает потребность в разработке собственной модели представления метаданных.

Вторая глава посвящена развитию интеграционной методики проектирования КИМПО и разработки декомпозиционной методики проектирования КИМПО и её применению для рассматриваемой ПрО.

В качестве развития интеграционной методики проектирования КИМПО по уровням описания связи в порядке возрастания их семантической сложности предлагаются следующие положения для реализации:

- по наличию связи – анализ функциональной зависимости между сущностями при отсутствии атрибутов связи для выявления связей между ними и как результат базовых сущностей ПрО;
- по типу связи – а) формализованное выявление связи типа группировка на основе анализа доменов неключевых атрибутов; б) формализованное установление обязательности связи между сущностями;
- по смыслу связи – правила наименования сущностей, их атрибутов и связей.

Для выявления базовых сущностей и связей между ними помимо доменов атрибутов сущностей предлагается проводить анализ собственно атрибутов сущностей на наличие функциональных зависимостей между ними. Для установления связи между этими сущностями на основе существующей функциональной зависимости между их атрибутами, требуется наличие такой сущности S_k , в которую необходимо добавить зависимый атрибут Y в качестве неключевого, а ключом определить детерминирующий атрибут X :

$$\exists S_k: [X(S_k) \rightarrow Y(S_k)] \cup [X(S_k) \in K(S_k)] \cup [Y(S_k) \in A_i(S_k)]$$

Предлагаются следующие варианты с различными направлениями и типами атрибутов, участвующих в зависимости между сущностями.

1. *Ключевой* атрибут одной сущности *зависим* от *ключевого* атрибута другой сущности: $K(S_i) \rightarrow K(S_j)$.

Решение: добавляем зависимый *ключевой* атрибут $K(S_j)$ в качестве неключевого A_i в сущность S_i с детерминирующим *ключевым* атрибутом:

$$\exists A_i(S_i): [K(S_i) \rightarrow A_i(S_i)] \cup [K(S_j) \Leftrightarrow A_i(S_i)]$$

2. *Зависимость* между *ключевым* и *неключевым* атрибутами сущностей

- 2.а. *Ключевой* атрибут одной сущности *зависим* от *неключевого* атрибута другой сущности: $A_i(S_i) \rightarrow K(S_j)$.

Решение: т.к. детерминирующий атрибут $A_i(S_i)$ является неключевым в своей сущности S_i , создаём новую сущность S_k , в которой он становится *ключевым* $K(S_k)$, и связываем обе сущности S_i и S_k отношением 1:M; добавляем зависимый *ключевой* атрибут $K(S_j)$ в качестве неключевого в новую сущность S_k , связанную также с сущностью S_j с зависимым атрибутом отношением 1:M:

$$\exists S_k: [K(S_k) \rightarrow A_i(S_k)] \cup [K(S_k) \Leftrightarrow A_i(S_i)] \cup [K(S_j) \Leftrightarrow A_i(S_k)]$$

- 2.б. *Неключевой* атрибут одной сущности *зависим* от *ключевого* атрибута другой сущности: $K(S_i) \rightarrow A_i(S_j)$.

Решение: добавляем зависимый *неключевой* атрибут $A_i(S_j)$ в сущность S_i с детерминирующим *ключевым* атрибутом. Т.к. обе сущности S_i и S_j связаны по зависимому атрибуту A_i отношением M:M, для разрешения этой связи добавляем новую сущность S_k , в которой зависимый атрибут A_i становится *ключевым* $K(S_k)$ и которая связана с этими двумя сущностями S_i и S_j по этому атрибуту отношением 1:M:

$$\exists A_i(S_i) \exists S_k: [K(S_i) \rightarrow A_i(S_i)] \cup [K(S_k) \Leftrightarrow A_i(S_i)] \cup [K(S_k) \Leftrightarrow A_i(S_j)]$$

3. *Неключевой* атрибут одной сущности *зависим* от *неключевого* атрибута другой сущности: $A_i(S_i) \rightarrow A_i(S_j)$.

Решение: выполняем п.2.а для детерминирующего атрибута $A_i(S_i)$ и для новой добавленной сущности S_k выполняем п.2.б, добавив в неё зависимый атрибут $A_i(S_j)$. Т.е. ввиду того, что детерминирующий атрибут $A_i(S_i)$ является неключевым в своей сущности S_i , создаём новую сущность S_k , в которой он становится ключевым $K(S_k)$, и связываем её с сущностью S_i с детерминирующим атрибутом отношением 1:M; добавляем зависимый неключевой атрибут $A_i(S_j)$ в качестве неключевого в новую сущность S_k , связанную с сущностью S_j с зависимым атрибутом отношением M:M. Т.к. новая сущность S_k и сущность S_j с зависимым атрибутом связаны по зависимому атрибуту A_i отношением M:M, для разрешения этой связи добавляем вторую новую сущность S_l , в которой зависимый атрибут становится ключевым $K(S_l)$ и которая связана с этими двумя сущностями S_j и S_k по этому атрибуту отношением 1:M:

$$\exists S_k \exists S_l: [K(S_k) \rightarrow A_i(S_k)] \cup [K(S_k) \leftrightarrow A_i(S_j)] \cup [K(S_l) \leftrightarrow A_i(S_k)] \cup [K(S_l) \leftrightarrow A_i(S_j)]$$

Для формализованного выявления связи типа группировка помимо ключевых атрибутов сущностей необходимо проводить анализ доменов неключевых атрибутов сущностей, т.к. для определения этой связи в отличие от других типов могут не участвовать ключевые атрибуты.

Пара атрибутов $a_i, i \in [1, n]$ и $b_j, j \in [1, m]$ называется *соответственно-сопоставимой* ($a_i \leftrightarrow b_j$), если домены этих атрибутов пересекаются ($d_{a_i} \cap d_{b_j} \neq 0$). Пусть $e_1(a_1, \dots, a_n)$ и $e_2(b_1, \dots, b_m)$ – схемы двух сущностей, $uk^{e_1}(a_1, \dots, a_i), i \in [1, n]$ – уникальный ключ сущности e_1 , $se_2(b_1, \dots, b_s), s \in [1, m+j]$ – неключевое подмножество атрибутов сущности e_2 (не входящее ни в один из уникальных ключей, определённых для e_2). Если неключевое подмножество se_2 сущности e_2 образует с подмножеством уникального ключа $suk^{e_1}(a_1, \dots, a_p) \subset uk^{e_1}, p \in [1, n+i]$ сущности e_1 пару, соответственно сопоставимую по атомарным атрибутам: $se_2 \leftrightarrow suk^{e_1}$, т.е. уникальный ключ сущности e_1 и неключевое подмножество атрибутов сущности e_2 образуют частично-сопоставимую пару $uk^{e_1} \otimes se_2$:

$$\begin{cases} n > p \\ m > s \\ suk^{e_1} \leftrightarrow se_2 \\ suk^{e_1} \subset uk^{e_1} \end{cases} \Rightarrow (uk^{e_1} \otimes se_2),$$

где suk^{e_1} – подмножество uk^{e_1} , p – степень suk^{e_1} , s – степень se_2 .

Тогда между сущностями e_1 и e_2 существует связь типа M:M. Для разрешения этой связи можно выявить сущность e_3 , равноценно-тождественную с неключевым подмножеством se_2 по атомарным атрибутам: $e_3(b_1, \dots, b_s) \cong se_2$, т.е. если их степени равны и все их атомарные атрибуты образуют соответственно-тождественные пары.

Обязательность связи – важная характеристика в проектировании КИМПО, с которой тесно связано понятие ключа. Важное свойство: если в состав ключа подчиненной сущности входит ключ старшей сущности, связь в направлении старшей обязательна. И наоборот, если ключ старшей сущности не входит в состав ключа подчиненной сущности, то обязательность связи зависит от обязательности ссылочного атрибута в подчиненной сущности.

Пусть $e_1(a_1, a_2, \dots, a_n)$ и $e_2(b_1, b_2, \dots, b_m)$ – схемы двух сущностей, где e_1 – старшая, e_2 – подчиненная, $uk^{e_1}(a_1, a_2, \dots, a_i)$, $uk^{e_2}(b_1, b_2, \dots, b_j)$ – уникальные ключи сущностей e_1 и e_2 соответственно, где $i \in [1, n]$, $j \in [1, m]$, а $d^{uk^{e_1}} \{d_1^{uk^{e_1}}(a_1^{uk^{e_1}}), d_2^{uk^{e_1}}(a_2^{uk^{e_1}}), \dots, d_i^{uk^{e_1}}(a_i^{uk^{e_1}})\}$, $d^{uk^{e_2}} \{d_1^{uk^{e_2}}(b_1^{uk^{e_2}}), d_2^{uk^{e_2}}(b_2^{uk^{e_2}}), \dots, d_j^{uk^{e_2}}(b_j^{uk^{e_2}})\}$ – соответствующие домены атрибутов ключей сущностей.

- Если $uk^{e_1} \subset uk^{e_2}$ – ключ сущности e_1 входит в состав ключа сущности e_2 , т.е. $d^{uk^{e_1}} \subset d^{uk^{e_2}}$, то $se^2(b_1, b_2, \dots, b_k) \subset uk^{e_1}$ – подсхема атрибутов связи сущности e_2 с сущностью e_1 , где $k \in [1, j]$, тогда связь в направлении от сущности e_2 к старшей сущности e_1 обязательна, что соответствует обязательности атрибутов, входящих в se_2 , тогда домены атрибутов связи сущности e_2 не имеют неизвестные (null) значения: $d(b_1) \cup d(b_2) \cup d(b_3) \dots d(b_{k-1}) \cup d(b_k) \cap \emptyset$.

- Если $uk^{e_1} \not\subset uk^{e_2}$ – ключ сущности e_1 не входит в состав ключа сущности e_2 , т.е. $d^{uk^{e_1}} \not\subset d^{uk^{e_2}}$, то подсхема атрибутов связи сущности e_2 с сущностью e_1 не входит в состав ключа сущности e_1 : $se^2(b_1, b_2, \dots, b_k) \not\subset uk^{e_1}$, где $k \in [1, m]$ тогда обязательность связи сущности e_2 с сущностью e_1 определяется обязательностью атрибутов связи сущности e_2 se_2 , а именно их доменами, которые могут иметь неопределённые (null) значения: $d(b_1) \cup d(b_2) \cup d(b_3) \dots d(b_{k-1}) \cup d(b_k) \cap \emptyset$. Однако отсутствие неизвестных значений у домена не свидетельствует об обязательности атрибута, а следовательно, и связи.

Предлагаемые *правила наименования* сущностей, их атрибутов и связей необходимы для однозначного понимания семантики КИМПО конечными пользователями при работе с универсальными средствами и основаны на правилах русского языка, изложенных в работах известных лингвистов. Для названия сущностей используются имена существительные, а также имена прилагательные для отличия объектов одного класса от другого. Главную роль для формирования имени сущности играет уникальный ключ, который идентифицирует каждую сущность в БД. В зависимости от типов сущности, правила наименования определяются следующим образом:

- Идентифицирующая сущность S_i :

- если уникальный ключ uk сущности содержит только собственные атрибуты A_s : $(\exists uk \in S_i)[uk \supset (A_s \in S_i)]$, – название определяется смыслом этих атрибутов и состоит из 1-3 существительных: $name: S_i = name: A_s$;

- если уникальный ключ содержит кроме собственных A_s также заимствованные атрибуты A_z , которые принадлежат уникальным ключам связанных сущностей S_z : $(\exists uk \in S_i)[uk \supset (A_s \in S_i) \cup (A_z \in S_z)]$, – название определяется смыслом собственных атрибутов и состоит из 1-3 существительных, включая названия заимствованных атрибутов $name:S_i = name:A_s \cup name:A_z$.
- Характеристическая сущность S_h : уникальный ключ uk содержит собственные атрибуты A_s , являющиеся характеризующими для связанной сущности S_z , атрибуты A_z уникального ключа которого входят также в уникальный ключ характеристической сущности: $(\exists uk \in S_h)[uk \supset (A_s \in S_h) \cup (A_z \in S_z)]$. Название состоит из названия собственных атрибутов сущности и связанной сущности, которую характеризует рассматриваемая сущность: $name:S_h = name:A_s \cup name:S_z$.
- Ассоциативная сущность S_a : уникальный ключ uk состоит только из заимствованных атрибутов A_z , которые принадлежат уникальным ключам связанных сущностей S_z . Название состоит из названий связанных сущностей и из имени связи этой сущности с сущностью S' , которая выступает с подчинённой стороны, в направлении ассоциативной сущности: $name:S_a = name:O(S_a \times S') \cup name:S_z$.

Атрибут – это «собственность» сущности, которая описывает определённую её характеристику, отражаемая в названии. Для понимания смысла атрибутов предлагаем следующие правила их наименования:

- Название атрибута должно выражать конкретную характеристику сущности, которая отличает его от других атрибутов этой сущности, т.е. названия собственных атрибутов должны быть уникальными: $(\forall a_{si} \in S)(\forall a_{sj} \in S)[\exists name:a_{si} \neq name:a_{sj}], i \in [1, n] \neq j \in [1, n]$.
- В названии должен быть отражён домен D , на котором определён атрибут: $(\forall a_s)[\exists name:a_s] \subset D(a_s)$. Присваивая атрибут сущности некоторому домену значений, относим данную сущность к определённому классу сущностей $K(S)$, имеющих данное значение признака классификации – домена: $(\forall a_s \in S) \exists D(a_s): S \subset [K(S') \in D]$. Однако это требование отражения домена в имени атрибута относится к числовому и временному типам данных и не может применено к символьным и другим типам данных, т.к. значения атрибутов с этими типами очень разнообразны, и создать некоторый шаблон для включения его в название практически невозможно.
 - Если для атрибута определён домен, который относится к числовому типу данных, то название атрибута в некоторых случаях может начинаться со слова «номер». Например, для сущности *Телефон* атрибут *номер* имеет числовой тип данных. Однако атрибуты, названия которых начинается со слова «номер», как правило, не имеют числовой тип данных, т.к. их значения содержат помимо чисел символы (буквы), например, атрибут «номер дома» для сущности «Адрес».
 - Если для атрибута определён домен, который относится к временному типу данных: дата или время, то название атрибута в этих случаях

должно начинаться со слова «дата» или «время», например, для сущности *Личность* атрибут *дата рождения*.

- Для собственных атрибутов в названии не должно быть названия сущности: $(\forall a_s \in S) \exists name: S \not\subset name: a_s$. Для заимствованных атрибутов сущности, являющихся атрибутами связи с другими сущностями, имя состоит из собственного названия, которое является именем атрибута уникального ключа связанной сущности, и добавляется название связанной сущности: $(\forall a_z \in S \Leftrightarrow uk_z \in S_z) \exists name: a_z = name: uk_z \cup name: S_z$.

Описание связи играет ключевую роль в КИМПО, т.к. в любой ПрО все объекты взаимосвязаны друг с другом, и без понимания их связей КИМПО не имеет смысла. Связь-отношение может существовать между более двумя сущностями, т.е. она отражает все участия сущностей в связи, количество которых (участий) равно количеству сущностей: $\forall O(S_n) \exists \sum_{i=1}^n U_i: S_i \rightarrow O, n \geq 2$. В предложенных правилах наименования связи имеем в виду названия участия сущности в этой связи.

- Название участия выражено сказуемым в форме глагола, обозначающим действие подлежащего-сущности в связи.
- Название участия должно обозначать отношение к другим сущностям связи в виде, т.е. другие сущности выступают в роли дополнения в этом участии. Для этого добавляется предлог к глаголу в случае, если действие выражено непереходным глаголом; переходный глагол использует прямое дополнение в винительном падеже, не требующем предлога для связывания сказуемого с дополнением.
- Название участия не должно содержать слова категории состояния – обязательности участия сущности в связи: «должен» и «может», т.к. обязательность рассматривается как отдельная характеристика участия.

Определение совокупности объектов и соответствующих им сущностей КИМПО, не выявленных в результате интеграционной методики и не представленных в КИМПО, но которые могут быть использованы для будущих информационных потребностей, обусловило необходимость применения метода декомпозиции на основе стандартных моделей, применяемого в системе анализе. Основываясь на этом методе, предлагаемая *декомпозиционная методика проектирования КИМПО* позволяет построить дерево целей, детализированных до уровня конкретных требований к составу системы–ПрО, из которых выявляются совокупность объектов КИМПО. Для применения методики необходимо: 1) сформировать совокупность оснований декомпозиции – стандартных моделей, учитывающих специфику ПрО; 2) предложить последовательность процесса декомпозиции – порядок использования этих оснований. Для получения совокупности оснований декомпозиции, специфичных для рассматриваемой системы, предлагается интерпретация базовых моделей, используемых в системном анализе. Последовательность процесса декомпозиции определяем в соответствии с общей схемой этапов системной деятельности: формулирование проблемной ситуации, определение глобальной цели системы, определение перечня конечных продуктов системы, выявление функций системы, определении структуры системы.

Для формализации процесса применения декомпозиционной методики введём следующие обозначения:

i – номер уровня (итерация) декомпозиции;

M_i – модель-основание (Model) декомпозиции на i -ом уровне, интерпретируемая для системы;

j – порядковый номер элемента модели на i -ом уровне;

C_{ij} – элемент (Component) модели-основания M_i декомпозиции на i -ом уровне;

k – номер исходной подцели: $k = \sum_{p=0}^{i-1} x_p \cdot 10^p$, где x_p – порядковый номер

родительской подцели на уровне p (для глобальной цели $x_p=1$); знак '.' используется для разделения уровней декомпозиции;

G_{s_k} – исходная подцель (Goal of source), подвергающаяся декомпозиции на i -ом уровне;

$G_{d_{kj}}$ – полученная подцель (Goal of decomposition) в результате декомпозиции исходной подцели G_{s_k} , соответствующая элементу C_{ij} , по основанию M_i ;

l – порядковый номер объекта из полученной подцели;

$O_{lg_{kj}}$ – объект ПрО, выделенный из полученной подцели $G_{d_{kj}}$ (из формулировки).

Процесс применения декомпозиционной методики проектирования КИМПО предлагаем представить в виде следующего алгоритма, блок-схема которого в форме диаграммы деятельности UML изображена на рисунке 1:

1. Определяется совокупность моделей, выступающих в качестве оснований на некотором уровне декомпозиции системы:

$\forall i \in [1, n] \exists \{M_i\}$. Для каждой модели выделяются элементы, интерпретируемые для системы:

$(\forall j \in [1, m]) \exists \{C_{ij}\} \in M_i$.

2. Рассматриваемая подцель на каждом уровне декомпозируется по соответствующему этому уровню основанию:

$(\forall G_{s_k}) [\exists \{C_{ij}\} \in M_i : G_{s_k} \rightarrow \{G_{d_{kj}}\}]$.

3. Из каждой подцели, полученной в результате декомпозиции старшей подцели, выделяются ключевые понятия-претенденты, которые могут выступать в качестве объектов ПрО:

$\forall l \in [1, r] \forall G_{d_{kj}} \exists \{O_{lg_{kj}}\}$.

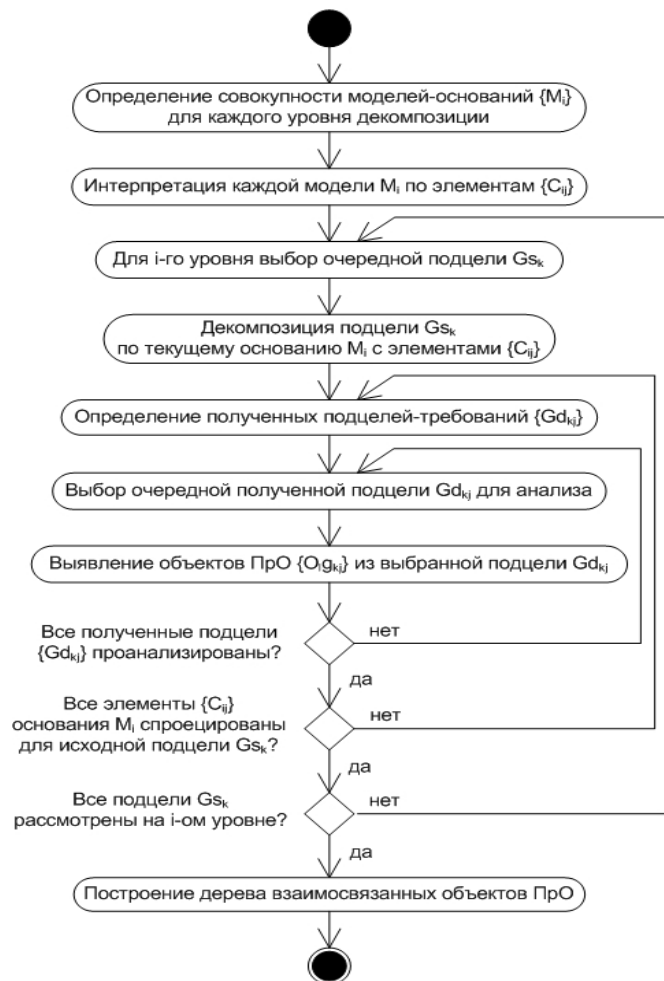


Рис. 1. Блок-схема алгоритма применения декомпозиционной методики проектирования КИМПО

4. Среди выделенных подцелей выбираются существенные для дальнейшей их декомпозиции по следующим моделям-основаниям, т.е. для них проводятся пп.2-4: $(\forall Gd_{kj})[\exists Gs_{k+l} \equiv Gd_{kj}]$.

5. Декомпозиция заканчивается тогда, когда для каждой рассматриваемой подцели на всех уровнях декомпозиции взяты соответствующие модели-основания и/или получены элементарные подцели-требования, являющиеся конкретными действиями для решения обозначенной проблемной ситуации системы: $(\forall Gs_{k:i=n}) \Sigma \{M_i\} \cup \Sigma \{Gd_{kj}\}$. Однако для построения КИМПО не требуется выполнение декомпозиции до самых нижних уровней, т.к. выявление объектов ПрО и построение дерева их взаимосвязей возможно уже на первых этапах декомпозиции при получении требований к системе: $(\forall i < n) \Sigma \{O_{g_{kj}}\}$.

Предложенная методика проектирования КИМПО с интерпретацией стандартных моделей-оснований реализована для рассматриваемой ПрО.

В **третьей главе** описывается предложенная модель представления КИМПО для работы с универсальными средствами в виде системный справочника и проектирование системы актуализации системного справочника для её реализации в программной среде.

Для функционирования универсальных средств предложено автономное хранимое описание структуры и семантики данных КИМПО в виде *системного справочника (СС)*. Основным положением, определяющим структуру СС, является идея о том, что конечные пользователи должны работать не с физическим представлением КИМПО, а с семантическим, в терминах ПрО. На основе выявленных аспектов описания данных предлагается архитектура СС, состоящей из двух частей: структурного и семантического описаний.

Структурное описание соответствует реляционной модели данных и включает следующие объекты: таблица (представление, виртуальная таблица), атрибут, домен, ключ. Основное назначение структурных метаданных – динамическая генерация SQL-запросов к БД.

Структурная часть СС $Str \Sigma = \langle T, A, D, K \rangle$ рассматривается как T – множество таблиц, D – доменов, A – атрибутов таблицы, K – ключей таблицы.

- T (Tablica) – *Таблица, представление* схемы БД: $\exists t \in Schema$, в которых хранятся данные БД, или *виртуальная таблица* Vt (Virtual_tablica): $\exists t \in Vt$, представляющая собой результат выполнения регламентного запроса пользователей универсальных средств, текст которого хранится в СС.
- D (Domen) – *Домен* значений атрибутов. В СС можно представлять *Отношения доменов* Od (Otnoshenie_domenov), которые выявлены в результате анализа доменов согласно развиваемой методике.
- A (Atribut) – *Атрибут* таблицы, представления, виртуальной таблицы: $\forall a \in T$. Имеет русскоязычное название. Содержит ссылку на домен, на котором определены значения атрибута: $\forall a \in D$. Содержит признак о том, является ли уникально отображаемым в соответствии с предложенным правилом.
- K (Klyuch) – *Ключ* таблицы: $\forall k \in T$, содержащий хотя бы один *Атрибут ключа* A_k (Atribut_klyuch): $\forall k \exists A_k$, который является атрибутом таблицы, к

которой принадлежит этот ключ: $\forall a_k \subset [A \in T]$.

В качестве кодификаторов для структурного описания СС выступают:

- $K_tip_klyucha = \{ПК, УК, ВК\}$ – *Тип ключа*, значения определены в соответствии с реляционной моделью данных.
- $K_tip_otnosh_domenov = \{\text{включение } \subset, \text{ пересечение } \times, \text{ равенство } =\}$ – *Тип отношения между доменами*, значения определены в развиваемой методике.
- $K_tip_tablicy = \{\text{таблица, представление, виртуальная_таблица}\}$ – *Тип таблицы*, значения определены в соответствии с источником представления данных БД.

Для формализованного установления отношений между сущностями, для которых указаны таблицы БД, на основе анализа доменов и отношений между ними с одной стороны и для обработки данных КИМПО в зависимости от типа данных в универсальных средствах с другой стороны предложена следующая *классификация доменов СС* $\Sigma_D = \langle d_k, D_s, D_p \rangle$:

1 уровень содержит *корневой домен* d_k – это тип, от которого наследуются все домены СС: $D^1 = d_k \supset (D_s \cup D_p)$.

Все домены СС можно разделить на 2 класса:

- *Системные домены* D_s – это домены, которые относятся к одному из базовых типов $T_b = \{\text{числовой, символьный, временной и др.}\}$, определённые в зависимости от способа обработки и представления данных: $\forall d_s \in T_b$, соответствуют основным типам данных реляционных СУБД (например, Oracle) и имеют соответствующее системное название: $\forall d_s \exists \text{sisname}(d_s): t_b$.
- *Прикладные домены* D_p – это домены, которые могут быть определены пользователями и не имеют системное название $\forall d_p \nexists \text{sisname}(d_s)$ и указание точности, и могут соответствовать последовательности *Seq* или таблицам-кодификаторам T в качестве источников для значений данных: $\exists d_p \in (Seq \cup T)$.

2 уровень представлен системными доменами без указания точности значений, которые определяются базовыми типами в качестве оснований классификации на этом уровне: $D^2 = (D_s) [\nexists \text{tochnost}(D_s)]$.

3 уровень включает системные домены с указанием точности значений и прикладные домены, которые определяются в универсальных средствах конкретным размером для значений данных: $D^3 = (D_s) [\exists \text{tochnost}(D_s)] \cup (D_p)$.

***i* уровень** ($i > 3$) представлен исключительно прикладными доменами, которые образуются из системных доменов 3-го уровня или прикладных доменов и определяются для установления конечного типа значений данных: $D^i = D_p \subset (D^3)$.

Для актуализации СС в части структурного описания из некоторого источника метаданных, в качестве которого могут выступать репозиторий Oracle Designer или словарь данных БД, предложены правила установления соответствия структурных метаданных СС по предложенным критериям: уникальный, совпадающий, идентичный.

Для обеспечения в универсальных средствах пользователям только к тем

данных, к которым имеется доступ, предлагается соответствующее описание.

Описание доступа СС $Acc\Sigma = \langle R, U, Pt, Pa \rangle$ рассматривается как R – множество ролей, U – пользователей с ролями, Pt – прав ролей к таблицам, Pa – прав ролей к атрибутам.

- R (Rol) – Роль пользователей для получения прав в универсальных средствах к таблицам и атрибутам БД. Роль выдается в зависимости от структурного подразделения (АРМ), использующего объекты КИМПО;
- U (User) – Пользователь БД, который работает с универсальными средствами обработки данных. Каждый пользователь может иметь одну или несколько ролей в зависимости от того, какие объекты КИМПО ему требуются: $\exists u \in R$.
- Pt (Pravo_tablicy) – Право роли на таблицу БД для определённой операции k_{op} указывает, какой роли на какую таблицу какое действие разрешено: $\exists p_t: r \times t \times k_{op}$.
- Pa (Pravo_atributa) – Право роли на атрибут БД для определённой операции k_{op} указывает, какой роли на какой атрибут какое действие разрешено: $\exists p_a: r \times a \times k_{op}$.

В качестве кодификаторов для описания доступа в СС.

- $K_operaciya = \{ \text{Выбор, Вставка, Обновление, Удаление} \}$ – Операция – действие, которое необходимо выполнить с таблицей или атрибутом БД.

Семантическое описание является главной частью СС, которая обеспечивает работу конечных пользователей с универсальными средствами в терминах ПрО, и используется для динамического построения «дружественного» интерфейса пользователя в универсальных средствах обработки данных КИМПО.

Семантическая часть СС $Sem\Sigma = \langle S, O, U \rangle$ представляет собой описание КИМПО и включает S – множество сущностей, O – отношений-связей, U – частей в отношении:

- S (Suschnost) – Сущность ПрО, для которой может быть указана соответствующая таблица из структурного описания, в которой представлены данные БД: $\exists s \in T$.
- O (Otnoshenie) – Отношение обеспечивает связь между сущностями. Если в отношении есть ссылка на сущность $\exists o \in S$, то она является ассоциативной и играет роль n -арного ($n > 2$) отношения-связи.
- U (Uchastie_v_otnoshenii) – Участие сущности в отношении по определённой роли T_r , устанавливающейся в зависимости от типа отношения: $\exists u: S \times O \times T_r$. Для участия может быть указан Атрибут участия A_u (Atribut_uchastiya): $\forall a_u \in U$, который является атрибутом таблицы, соответствующей сущности, которая обеспечивает участие в этом отношении: $\forall a_k \subset [A \in T]$.

Таким образом, отношение-связь выступает в роли предиката: $O = P(s_1, \dots, s_n)$, определённом на множестве частей каждой сущности в этом отношении $U = U_1 \times \dots \times U_n$, где n -арность отношения (n – количество участников-сущностей).

В качестве кодификаторов для семантического описания СС выступают:

- $K_tip_moschnosti = \{1, M, \text{точное значение}\}$ – *Тип мощности* (кардинальности) участия роли в связи, значения определены в соответствии с возможными вариантами представления связи.
- $K_tip_otnosheniya = \{\text{иерархия, агрегация, обобщение, участие в факте}\}$ – *Тип отношения*, значения определены в развиваемой методике.
- $K_tip_roli_uchast_otnosh = \{\text{главный, подчиненный, целое, часть, супертип, подтип, измерение } i\}$ – *Тип роли* участника отношения в зависимости от типа отношения, значения определены в развиваемой методике.
- $K_tip_suschnosti = \{\text{идентифицирующая, характеристическая, ассоциативная}\}$ – *Тип сущности*, значения определены в развиваемой методике.

Для предложенного системного справочника выполнено проектирование системы его актуализации для её разработки в программной среде.

Четвёртая глава посвящена описанию ИПК универсальных средств обработки данных КИМПО.

Разработанный ИПК включает в себя: БД СС, приложение по актуализации СС (ПАСС), универсальную информационно-справочную систему (УИСС), универсальную систему актуализации данных (УСА).

Центральным компонентом в комплексе является БД СС, необходимая для хранения системного описания структуры и семантики данных ПрО. Обработка и поддержание метаданных СС в актуальном состоянии осуществляется с помощью ПАСС, выполняющего следующие функции:

- актуализация системного описания данными из репозитория Oracle Designer;
- актуализация системного описания данными из словаря данных БД;
- прямое редактирование системного описания;
- мониторинг актуальности системного описания (проверка соответствия системного описания текущей структуре БД).

Для отображения содержимого БД, данных ПрО, создана УИСС со следующими функциями:

- построение запросов к БД в терминах ПрО;
- сохранение построенных запросов;
- поиск, редактирование и повторное выполнение сохраненных запросов;
- отображение результатов запросов в виде отчетов в списковой, сводной и сводно-распределительной формах;
- навигация по отчетам с динамическим уточнением условий отбора.

Для обработки и редактирования содержимого БД используется УСА, реализующая следующие функции:

- навигация по множеству взаимосвязанных сущностей, представляющих таблицы и представления БД в терминах ПрО;
- универсальный поиск, сортировка и отображение экземпляров выбранных сущностей;
- вывод детальных сведений по выбранным экземплярам сущностей (построение дерева значений атрибутов с раскрытием всех ссылок на записи связанных таблиц);
- прямое редактирование экземпляров сущностей.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В ходе исследования получены следующие результаты:

1. Проведён анализ известных методик информационного моделирования ПрО, применяемых в автоматизированных СОУ.
2. Предложено развитие интеграционной методики Чудинова-Исаева в части:
 - 2.1. разрешения функциональной зависимости между атрибутами различных сущностей при отсутствии атрибутов связи;
 - 2.2. формализованного выявления обязательности связи;
 - 2.3. правил наименования различных типов сущностей ПрО, атрибутов и связей между ними.
3. Предложена методика проектирования КИМПО, основанная на известном в системном анализе методе декомпозиции с интерпретацией стандартных моделей-оснований для рассматриваемой системы.
4. Создано описание КИМПО в виде системного справочника, содержащего не только традиционное описание структуры, но и семантики данных ПрО и обеспечивающего возможность создания универсальных средств обработки данных в СОУ с помощью русскоязычных понятий.
5. Разработан информационно-программный комплекс универсальных средств обработки данных с пользовательским интерфейсом в терминах ПрО.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Осипова В.В., Чудинов И.Л. Архитектура системного справочника информационной базы единой информационной среды ТПУ // «Молодежь и современные информационные технологии (МСИТ–2008)»: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 26–28 февраля 2008 г. / ТПУ, Томск, 2008. С. 327–329.
2. Исаев И.В., Осипова В.В., Паршин Д.А. Универсальные средства по работе с информационной базой единой информационной среды Томского политехнического университета // «Информационная среда вуза XXI века»: Материалы II Международной научно-практической конференции, 15–18 сентября 2008 г. / ПетрГУ, Петрозаводск, 2008. С. 77–79.
3. Осипова В.В. Системное описание информационной базы Единой информационной среды Томского политехнического университета как основа для функционирования универсальных средств // Материалы IX Всероссийской конференции молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям (УМ–2008), 28–30 октября 2008 г. / КемГУ, Кемерово, 2008. С. 88–89.
4. Исаев И.В., Осипова В.В., Чудинов И.Л. Универсальные средства обработки данных в сфере управления вузом // «Новые образовательные технологии в вузе (НОТВ–2009)»: Материалы VI Международной научно-методической конференции, 2–5 февраля 2009 г. / УрФУ, Екатеринбург, 2009. С. 328–331.
5. Осипова В.В. Системный справочник как описание семантики данных ИБ ЕИС ТПУ // «Научная сессия ТУСУР – 2009»: Материалы Всероссийской

научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 12–15 мая 2009 г. / ТУСУР, Томск, 2009. С. 326–328.

6. Исаев И.В., Чудинов И.Л., Осипова В.В. Проблемы создания интегрированной базы данных Единой информационной среды вуза // «Информационная среда вуза XXI века»: Материалы III Международной научно-практической конференции, 21–25 сентября 2009 г. / ПетрГУ, Петрозаводск, 2009. С. 91–93.

7. Осипова В.В., Чудинов И.Л. Разработка модели представления метаописаний информационной базы единой информационной среды вуза // Известия Томского политехнического университета. 2009. Т. 315. № 5. С. 195–198.

8. Осипова, В. В. Подходы к проектированию баз данных для сложных предметных областей // «Молодежь и современные информационные технологии (МСИТ–2010)»: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 3–5 марта 2010 г. / ТПУ, Томск, 2010. С. 277–279.

9. Чудинов И.Л., Осипова В.В. Инновационный подход к разработке концептуальной информационной модели предметной области в рамках реляционной модели данных // «Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий (ИНФО-2010)»: Материалы Международной научно-практической конференции, 1–10 октября 2010 г. / МИЭМ, Сочи, 2010. С. 234–236.

10. Осипова В.В., Чудинов И.Л. Проектирование концептуальной информационной модели предметной области на основе анализа доменов атрибутов описания объектов в рамках реляционной модели данных // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2010. № 2 (22). Ч. 2. С. 260–262.

11. Osipova V.V., Seitz J. A Formal Approach to Design a Conceptual Information Model of the Universe of Discourse // «WHICEB–2011»: Proceedings of the Tenth Wuhan International Conference on E-Business, 28–29 May, 2011. / China University of Geosciences, China, Wuhan, 2011. P. 567–569.