

*На правах рукописи*

**ВОРОБЬЕВА МАРИНА СЕРГЕЕВНА**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ  
ИНТЕГРАЦИИ ДАННЫХ  
В УЧЕТНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

**05.13.18 – Математическое моделирование,  
численные методы и комплексы программ**

**Автореферат диссертации на соискание  
ученой степени кандидата технических наук**

**Тюмень - 2006**

Работа выполнена на кафедре программного обеспечения Института математики и компьютерных наук Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Тюменский государственный университет»

**Научный руководитель:** доктор технических наук, доцент  
**Захаров Александр Анатольевич**

**Официальные оппоненты:** доктор технических наук, профессор  
**Туренко Сергей Константинович**

кандидат физико-математических наук,  
доцент **Захаров Сергей Дмитриевич**

**Ведущая организация:** Институт проблем освоения Севера СО РАН,  
г.Тюмень

Защита диссертации состоится 3 марта 2006 года в 16-00 часов на заседании диссертационного совета К 212.274.01 при Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Тюменский государственный университет» по адресу: 625003, г.Тюмень, Перекопская, 15а, ауд. 217.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Тюменского государственного университета.

Автореферат разослан 1 февраля 2006 г.

*Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат  
физико-математических наук*

*Бутакова Н.Н.*

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Информатизация территориального управления является одним из ведущих направлений информатизации государственных и муниципальных административных органов. Отдавая предпочтение первостепенным задачам разграничения полномочий федерального, регионального управления и местного самоуправления, эффективным экономическим механизмам их конкретной реализации, следует отметить, что своевременная и качественная информационная поддержка этих процессов - залог успешного решения проблемы в целом при рациональном их использовании.

На федеральном и на региональном и муниципальном уровнях создавались и продолжают создаваться локальные автоматизированные информационные системы, не ориентированные на взаимодействие. Каждая из таких систем, применяющая свои стандарты описания и представления данных, как правило, представляет собой сложный комплекс, который включает в себя продукты и технологии от разных производителей, использует различные форматы данных. При этом с одной стороны, информация об объектах зачастую дублируется и не всегда актуальна, что приводит к ее противоречивости и неполноте. С другой стороны, для поддержки принятия решений в области комплексного управления возникает необходимость получения результатов на основе всех данных, собираемых и обрабатываемых различными структурами.

Помимо прямой задачи получения интегрированных данных существует и обратная задача: есть входной управляющий документ, который определяет необходимость изменения некоторой информации в разных системах. Проблема заключается в обеспечении целостности всей совокупности данных.

Существуют различные подходы к решению указанных задач. В работах зарубежных и отечественных авторов (К.А.Лисянский, А.Г.Назаров, А.А.Сухобоков, С.А.Хабаров, Л.Черняк, Ф.Бруссар, Б.Голд-Бернштейн, С.Крэггс, М.Кубок, Дж.Мэдден, Т.Мэттьюс, Дж.Тейлор) предлагаются различные способы формирования интегрированной информационной среды:

от создания систем на основе единой структуры данных до использования больших хранилищ данных, а также универсальной платформы бизнес-интеграции, которая объединила бы разрозненные технологии в едином продукте, позволяющем решить задачи интеграции корпоративных приложений. Представляется перспективным подход к серверным мощностям, устройствам хранения, настольным сервисам и приложениям как к универсальным ресурсам. Для решения отдельных задач интеграции используются системы гарантированной доставки сообщений, интеграционные брокеры, средства моделирования бизнес-процессов, серверы приложений, порталные системы, средства бизнес-аналитики. Но при таком подходе возрастает сложность проекта - слишком много различных инструментальных средств придется использовать при разработке, а после внедрения нужно будет еще и поддерживать отдельные компоненты интеграционного решения. Из-за этой сложности множество проектов интеграции не достигли всех своих целей.

Тем не менее, единый подход к реализации процесса интеграции данных отсутствует, что делает **актуальным** построение и исследование моделей, позволяющих анализировать межсистемные связи, а также разработку принципов и методов интеграции, в которых поддерживается согласованное изменение данных и получение интегрированной информации.

### **Цель работы**

Разработка принципов, моделей и технологий интеграции данных в учетных информационных системах (УИС), позволяющих обеспечить целостность, корректность и согласованность информации, и апробация предложенного подхода в рамках программной реализации.

### **Основные задачи работы**

- 1) анализ существующих принципов и технологий интеграции данных;
- 2) систематизация и классификация основных понятий УИС;
- 3) построение и исследование моделей интеграции данных, определяющих интегрированную систему полного учета объектов;

- 4) создание концептуальной объектной модели для исследования, построения и интеграции данных из учетных информационных систем;
- 5) разработка на базе предложенной модели технологии интеграции данных;
- 6) программная реализация принципов, моделей и технологий интеграции данных.

### **Методы исследования**

При решении поставленных задач использовались методы теории графов, теории множеств, теории баз данных, объектно-ориентированные методы анализа и проектирования УИС.

### **Научная новизна и теоретическая значимость**

- уточнен понятийный аппарат – систематизация и раскрытие содержания основных понятий УИС;
- предложена модель интеграции данных, позволяющая анализировать межсистемные связи, зависимости и закономерности, возникающие между информационными объектами и системами;
- на основе построенной модели разработаны принципы и методы интеграции, поддерживающие согласованное изменение данных и получение интегрированной информации;
- предложена объектная модель для построения и интеграции данных в учетных информационных системах.

### **Практическая ценность работы**

На основе предложенной модели информационного пространства разработана технология, которая позволяет обеспечить целостность, корректность и согласованность информации при организации доступа к интегрированным данным. Результаты исследований обобщены и реализованы в проектах многофункциональных автоматизированных систем для ведения соответствующих УИС в Центре мониторинга качества образования Тюменской области, в филиале ТюмГУ (г. Нягань), в Департаменте имущественных отношений Администрации Тюменской области.

## **Апробация работы**

Основные результаты докладывались на научно-технических советах Департамента имущественных отношений Администрации Тюменской области (2001-2005 г.г.), на Международных научных конференциях: ММТТ-2000 (Санкт-Петербург, 2000), ММТТ-18 (Казань, 2005), на Межвузовской электронной научно-технической конференции «Управляющие и вычислительные системы. Новые технологии» (Вологда, 2000, 2001), на научно-методических семинарах Факультета математики и компьютерных наук и кафедры программного обеспечения Тюменского государственного университета (2000-2005 г.г.).

Работа поддержана грантом № 75-12 (подпрограмма 301, раздел 301.5) «Разработка проекта программы развития единой образовательной информационной среды Тюменской области», 2001 год.

## **На защиту выносятся**

- модель интеграции данных, позволяющая анализировать межсистемные связи УИС;
- концептуальная объектная модель для исследования, построения и интеграции УИС;
- принципы интеграции учетных информационных систем на основе использования XML-технологии;
- проблемно-ориентированная программная реализация интеграции данных на основе предложенных моделей.

## **Публикации**

По материалам диссертации опубликовано 10 работ.

## **Структура и объем работы**

Текст диссертации состоит из введения, 3 глав, заключения, содержит 131 страниц, в том числе 37 рисунков и 7 таблиц. К тексту прилагается список литературы из 99 наименований.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновывается актуальность диссертационной работы, сформулированы цели и задачи исследований, показаны научная и практическая значимость решаемых проблем.

В **первой главе** проанализированы существующие принципы и технологии интеграции информационных ресурсов, исследованы применяемые в настоящее время принципы и технологии интеграции данных в УИС, проведена систематизация и классификация основных понятий учетных систем.

Понятие «учетная информационная система» появилось и получило развитие в 60-70-е годы. Основное назначение – хранилище данных, которое исключительно просто в исполнении, располагает простыми функциями и разрабатывается в основном для выполнения повторяющихся задач. К 80-м годам появилось понимание значения и необходимости интеграции приложений. Однако во многих случаях с целью интеграции выполнялось перепроектирование ранее созданных приложений.

В результате возникла необходимость использовать существующие приложения и данные в рамках одной корпоративной системы. Попытки решить эту интеграционную проблему исходили от самих поставщиков программных продуктов (SAP, Oracle, PeopleSoft). Ожидалось, что использование универсальных продуктов автоматически решает задачу интеграции и снимает необходимость вкладывать значительные средства в интеграцию приложений.

Несмотря на привлекательность выдвинутой теории, практика показала ее несостоятельность: абсолютная универсальность невозможна, поэтому ни одна ERP-система не в состоянии решить все задачи, стоящие перед предприятием. При разработке дополнительных модулей, реализующих необходимую функциональность, потребуется последующее проведение интеграции.

Поэтому возникает проблема тотального учета объектов предприятия, для решения которой в настоящее время не существует единого подхода. К внешним причинам можно отнести: изменяющаяся организационная структура

предприятия, отсутствие нормативно-правовых документов по обмену информацией, разный уровень информационного и технического обеспечения служб и подразделений; недостаточное финансирование проектов и т.д. Фундаментальная причина заключается в том, что при интеграции информационных ресурсов не используется моделирование.

Поскольку в исследовании рассматривается задача интеграции специального вида информационных систем - *учетных* информационных систем, в данной главе выполнена классификация соответствующих понятий.

Под УИС понимается система, которая хранит информацию об объектах определенной предметной области и предназначена для хранения, обработки, поиска, распространения, передачи и предоставления информации.

Элемент (или объект) - определенный материальный и нематериальный предмет (фрагмент, процесс, явление). Совокупность объектов, имеющих однородный состав свойств, называется классом объектов. Информация об объектах фиксируется через характеристики их свойств – атрибуты и параметры.

Объект учета – это совокупность свойств, сформированных на основе характеристик объектов, изучение которых обеспечивает достижение целей учетной деятельности (объектом может быть здание, сооружение, нежилое помещение, пакет акций, движимое имущество и т.д.).

Единое информационное пространство - объект исследования, рассматривается как совокупность взаимодействующих и взаимосвязанных учетных систем.

Ведение ИС неотрывно связано с понятием учета, оценки состояния и использования учитываемых объектов, т.е. функционирование системы предполагает выделение однородных объектов учета с использованием количественных и качественных характеристик. Поэтому для микропроектирования подсистемы (внутренний уровень) естественным образом подходит методология объектно-ориентированного проектирования, которая определяет способ декомпозиции на классы и объекты, а также



использует многообразие приемов представления моделей, отражающих логическую и физическую структуру системы.

В настоящее время в числе основных принципов интеграции информационных ресурсов выделяют следующие: интеграция корпоративных приложений (EAI), интеграция между организациями (B2Bi), интеграция бизнес-процессов (BPI), интеграция информации (EII), а также извлечение, преобразование и загрузка данных (ETL). Каждый из принципов определяет общие методы интеграции, не обеспечивая конкретных решений для определенных видов информационных ресурсов и информационных систем. Поэтому на практике при решении конкретной проблемы используют сочетание этих принципов, отталкиваясь от решаемой задачи и наиболее подходящих технологий реализации (DCOM, CORBA, OLAP, GIS, Sun RPC, XML, Web-сервисы). В работе для программной реализации была выбрана XML-технология, имеющая большие потенциальные возможности для задач интеграции различных информационных ресурсов: гибкое объединение данных и доступ к ним, выбор необходимых поднаборов данных с целью их объединения.

Таким образом, в главе представлены базовые положения организации учетных информационных систем, раскрыто содержание основных и необходимых понятий, рассмотрены принципы и технологии программной реализации интеграции, определены ожидаемые результаты интеграции информационных ресурсов.

Во **второй главе** формализуются понятия предметной области, строятся математическая и объектная модели.

Объект исследования – совокупность учетных информационных систем единого информационного пространства.

Цель исследования – построение математической модели, наилучшим образом отражающей интегрированную систему учета информационных объектов описываемой среды.

Анализ проблемной области, целей моделирования, а также дискретная природа объекта моделирования показали эффективность применения на высоком уровне абстракции теоретико-множественного аппарата для построения математической модели интеграции данных.

Базовым понятием предлагаемой модели является понятие информационного объекта (ИО). Как правило, объекты соответствуют сущностям предметной области, каждый объект характеризуется значениями заданного набора атрибутов. Поэтому информационный объект определяется как множество упорядоченных пар вида:  $x = \{ \langle a_1, d_1 \rangle, \langle a_2, d_2 \rangle, \dots, \langle a_n, d_n \rangle \}$ ,  $a_i \neq a_j$ ,  $i \neq j$ ,  $i, j \in [1..n]$ ,

где  $a$  – имя атрибута,  $d$  – значение атрибута.

Под информационной системой будем понимать некоторую информационную схему, описывающую характеристики входящих в систему объектов, и множество ИО, удовлетворяющих данной схеме.

Определение 1: Информационной схемой будем называть кортеж  $S = \langle A, D, T, \varphi, \delta \rangle$ , где  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$  – множество атрибутов информационных объектов;  $D = \{D_1, D_2, \dots, D_m\}$  – семейство множеств возможных значений атрибутов;  $T = \{t_1, t_2, \dots, t_l\}$  – множество типов объектов;  $\varphi: A \rightarrow D$  – отображение, ставящее в соответствие каждому атрибуту множество его возможных значений;  $\delta: T \rightarrow 2^A$  – отображение, задающее для каждого типа множество атрибутов его элементов.

Определение 2: Информационной системой (ИС), построенной по схеме  $S$ , будем называть кортеж  $U^S = \langle S, U, \gamma \rangle$ , где  $S = \langle A, D, T, \varphi, \delta \rangle$  – информационная схема;  $U = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  – множество информационных объектов;  $\gamma: U \rightarrow T$  – отображение, ставящее в соответствие объекту его тип, и для любого информационного объекта  $x \in U$  выполнены условия:

- множество атрибутов соответствует типу  $\{a : \langle a, d \rangle \in x\} = \delta(\gamma(x))$ ;

- для любой пары  $\langle a, d \rangle \in x$  имеем  $d \in \varphi(a)$ .

Изменение ИС зададим отображением  $F: W^S \rightarrow W^S$ , где  $W^S$  - множество всех информационных систем, удовлетворяющих схеме  $S$ .

Зададим множество информационных систем  $U^{\bar{S}} = \{U_1^{S^1}, U_2^{S^2}, \dots, U_N^{S^N}\}$ , где  $U_i^S = \langle S_i, U_i, \gamma_i \rangle$  и  $S_i = \langle A_i, D_i, T_i, \varphi_i, \delta_i \rangle$ , и введем обозначения:

$$\bar{S} = \{S_1, S_2, \dots, S_N\}, \quad \bar{A} = \prod_{1 \leq i \leq N} A_i, \quad \bar{D} = \prod_{1 \leq i \leq N} D_i, \quad \bar{T} = \prod_{1 \leq i \leq N} T_i, \quad \bar{U} = \prod_{1 \leq i \leq N} U_i.$$

Множество информационных систем  $U^{\bar{S}}$  непротиворечиво, если существуют  $\bar{\varphi}: \bar{A} \rightarrow \bar{D}$ ,  $\bar{\delta}: \bar{T} \rightarrow 2^{\bar{A}}$ ,  $\bar{\gamma}: \bar{U} \rightarrow \bar{T}$ , являющиеся расширением соответствующих отображений  $\varphi_i, \delta_i, \gamma_i$  ( $1 \leq i \leq N$ ).

Определение 3: Если множество информационных систем  $U^{\bar{S}}$  непротиворечиво, то ИС  $U' = \langle \bar{S}, \bar{U}, \bar{\gamma} \rangle$ , где  $\bar{S} = \langle \bar{A}, \bar{D}, \bar{T}, \bar{\delta}, \bar{\varphi} \rangle$  будем называть интегрированной на  $U^{\bar{S}}$  (рис. 1).

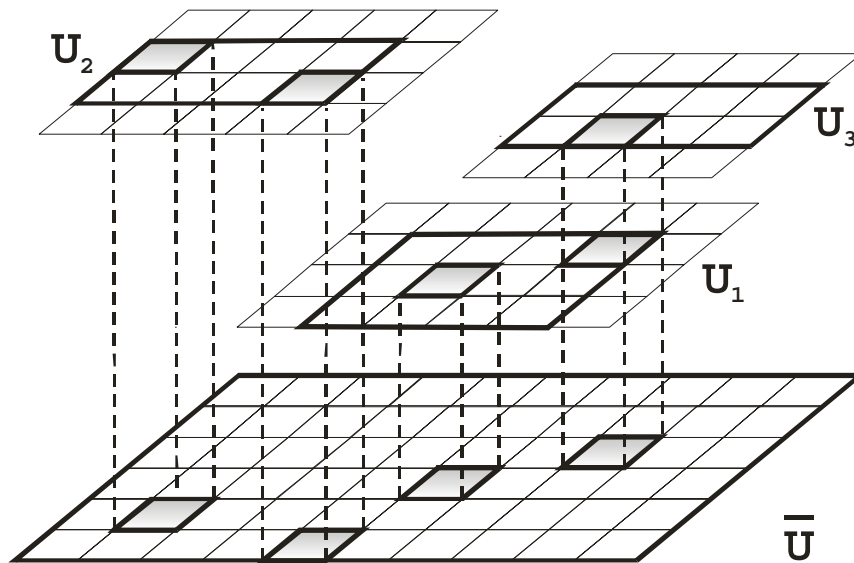


Рис. 1. Распределение объектов в системе  $\bar{U}$

Как правило, ИС должны удовлетворять более строгим требованиям, чем соответствие некоторой схеме. Такие требования обычно накладываются различными семантическими зависимостями, которые определяют, какие состояния информационной системы являются допустимыми, и используют для согласованного изменения данных в ИС. Таким образом, цель интеграции

заключается в сохранении соответствия множества информационных систем заданному набору семантических зависимостей.

Определение 4: Семантической зависимостью, заданной на  $U^S$ , будем называть  $c$ -предикат, заданный на  $W^S$ .

Множество семантических зависимостей  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_p\}$  непротиворечиво, если существует ИС  $U^S$ , такая, что  $c_i(U^S)$  для всех  $1 \leq i \leq p$ .

На практике зависимость между ИС необходимо сводить к зависимостям между типами входящих в них элементов. Пусть множество всех возможных информационных объектов  $X_{t_i}$  удовлетворяет схеме и имеет набор атрибутов, соответствующих типу  $t_i$ :

$$X_{t_i} = \{x : x = \{ \langle a_1, d_1 \rangle, \langle a_2, d_2 \rangle, \dots, \langle a_n, d_n \rangle \} \& \\ (A^x = \delta(t_i)) \& (\forall a_i \in A^x, a_i(x) \in \varphi(a_i))\}.$$

В работе введены несколько типов зависимостей, которые характерны для реальных связей между информационными объектами.

Семантическую зависимость будем называть  $T$ -зависимостью, если для объектов  $x_i \in X_{t_i}, x_j \in X_{t_j}$  она определяется предикатом вида:  $\alpha(x_i, x_j) \alpha \beta(x_i, x_j)$ .

Такого вида зависимость позволяет только проверить наличие или отсутствие нарушения зависимости и не предоставляет механизма коррекции множества информационных систем в соответствии с данными ограничениями.

$T$ -зависимость между типами  $t_i, t_j \in T$  будем называть  $V$ -зависимостью  $(t_i \xrightarrow{V, \alpha, \beta} t_j)$ , если существует отображение  $V : X_{t_i} \times X_{t_j} \rightarrow X_{t_j}$  такое, что выполнено условие:

$$\alpha(x_i, x_j) \alpha \beta(x_i, V(x_i, x_j)).$$

Существует отображение  $V$ , позволяющее получать, исходя из значений типа  $t_i$  и  $t_j$ , новое значение типа  $t_j$ , которое будет удовлетворять заданному предикату  $\beta$ .

Основной проблемой, которая возникает при отображении  $V$ , является наличие циклических последовательных зависимостей, которые могут привести к бесконечной рекурсии при корректировке зависимых объектов. Доказано, что использование  $V$ -зависимостей не гарантирует наличие автоматической процедуры согласованной корректировки множества ИС.

Множество атрибутов  $K(t_i) \subseteq \delta(t_i)$  будем называть ключом для типа  $t_i \in T$ , если  $\forall x' \in U$  выполнено:  $\{x : x \in U, a(x) = a(x'), \forall a \in K(t_i)\} = \{x'\}$ .

Ключевые атрибуты  $a \in K(t_i)$  однозначно определяют любой информационный объект из множества  $U$ .

$A$ -зависимостью ( $t_i \xrightarrow{A', A''} t_j$ ) будем называть  $V$ -зависимость специального вида: пусть  $A' \subset K(t_i)$ ,  $A'' \cap K(t_j) = \emptyset$ , тогда

$$\alpha(x, y) \equiv \forall a \in A', a(x) = a(y),$$

$$\beta(x, y) \equiv \forall a \in A'', a(x) = a(y),$$

$$V(x, y) = \{ \langle a_1, d_1 \rangle, \langle a_2, d_2 \rangle, \dots, \langle a_p, d_p \rangle, \}$$

$$\text{где } d_i \equiv \begin{cases} a_i(x), & \text{если } a_i \in A'' \\ a_i(y), & \text{если } a_i \notin A'' \end{cases}$$

В работе доказывается, что для всякого непротиворечивого множества  $A$ -зависимостей  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_p\}$  существует процедура, позволяющая скорректировать ИС  $U^S$ , используя конечную последовательность отображений  $V_i$ , соответствующих  $T$ -зависимостям из  $C$ , таким образом, что  $U^S$  будет удовлетворять  $C$ .

Ключевой атрибут  $a \in \delta(t_j)$  назовем зависимым (заимствованным) для  $t_j$ , если существуют  $A', A''$  такие, что  $a \in A''$  и  $t_i \xrightarrow{A', A''} t_j$ . В противном случае, атрибут  $a \in \delta(t_j)$  будем называть свободным (собственным) атрибутом.

Атрибуты ИО  $x \in U^S$  могут быть отнесены к одной из 3 непересекающихся групп: ключевые; свободные и зависимые атрибуты.

Определение 5: Активной информационной моделью (АИМ) будем называть кортеж  $\langle S, U^S, C, F \rangle$ , где  $S$  - информационная схема,  $U^S$  - ИС со схемой  $S$ ,  $C$  - множество семантических зависимостей,  $F: W^S \rightarrow W^S$  - отображение такое, что  $\forall U^S \in W^S, \forall c \in C$ , выполнено  $c(F(U^S))$ .

В этом случае, для любых  $U, S, C$ , где  $C$  - непротиворечивое множество  $A$ -зависимостей, можно построить активную модель  $\langle S, U^S, C, F \rangle$ , в которой отображение  $F$  имеет следующий вид:

$$F(\{x_1, x_2, \dots, x_n\}) = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}, \text{ где } y_i = \{\langle a_1^i, d_1^i \rangle, \langle a_2^i, d_2^i \rangle, \dots, \langle a_{k_i}^i, d_{k_i}^i \rangle\},$$

$$d_j^i = \begin{cases} a_j^i(x_k), & \text{если } \exists x_k, c_l \in C, \text{ вида } \gamma(x_k) \xrightarrow{A, A'} \gamma(x_i), \\ & \text{такие, что } \alpha_l(x_k, x_i) \& a_j^i \in A''; \\ a_j^i(x_i), & \text{иначе.} \end{cases}$$

Причем, полученное отображение  $F$  будет единственным.

На практике при интеграции данных из информационных систем встает вопрос: как минимизировать зависимости между ИС без потери целостности, корректности и доступности информации. Для решения данной задачи необходимо оценить степень зависимости между системами.

Степенью зависимости типа  $t_i \in \bar{T}$  от информационной системы  $U_j$  будем называть  $R(t_i, U_j)$  - количество зависимостей  $c \in C$  вида  $t_i \leftrightarrow t$ , где  $t \in T_j$ .

Степень зависимости между информационными системами  $U_i$  и  $U_j$  определяется следующим образом:

$$R(U_i, U_j) = \begin{cases} \sum_{t \in T_i} R(t, U_j), & \text{если } i \neq j \\ 0, & \text{если } i = j \end{cases}.$$

Показано, что при распределении несвязанных типов  $T' = \{t_1, t_2, \dots, t_k\} \subseteq \bar{T}$  по ИС из  $U^{\bar{S}}$  минимальное значение  $R(U^{\bar{S}})$  будет достигнуто при их распределении по  $U_{i_1}^S, U_{i_2}^S, \dots, U_{i_k}^S$  таких, что максимальное значение  $k$ -мерной

матрицы  $G$ , где каждый элемент:  $G[i_1, i_2, \dots, i_k] = \sum_{j=1}^k \sum_{U_i \in U^s} R(t_j, U_{i_j})$ , является  $G[i'_1, i'_2, \dots, i'_k]$ .

Построенная модель может служить основой для конкретизации семантических зависимостей и применения технологии интеграции данных выбранной предметной области (рис. 2).

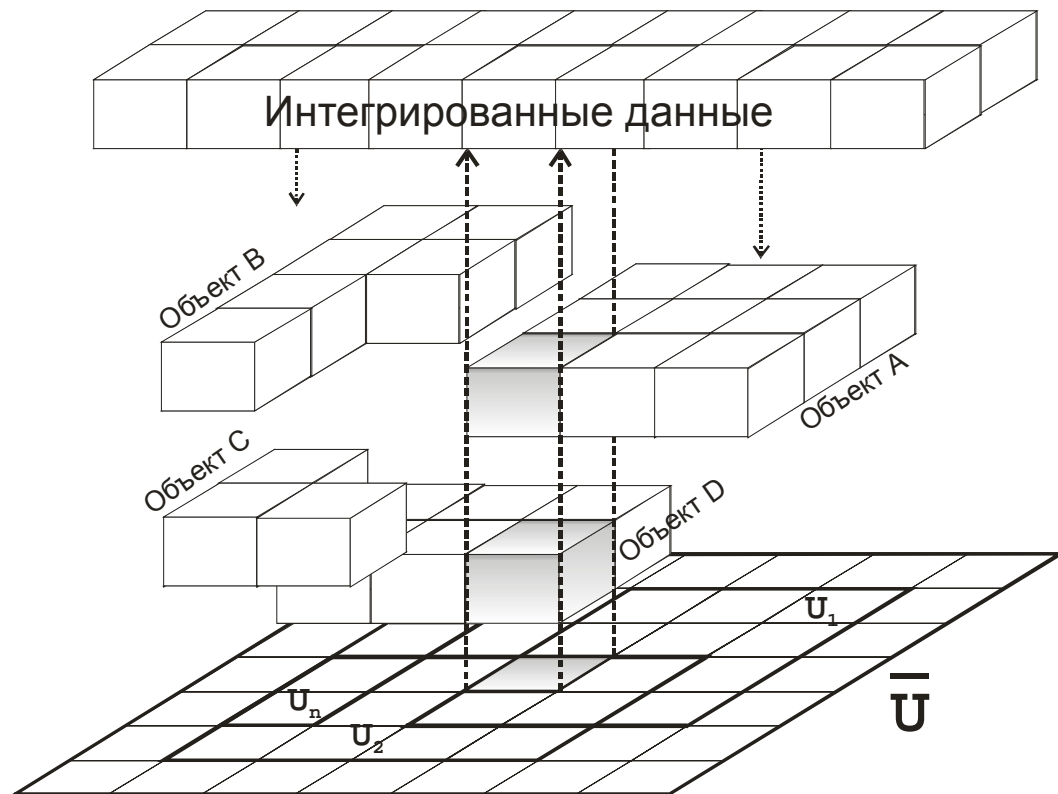


Рис. 2. Взаимодействие информационных объектов

На следующем этапе моделирования понижается уровень абстракции модели, выделяются основные классы объектов единого информационного пространства, для которых определяется структура: свойства, поведение и взаимное отношение. Строится многоуровневая объектная схема интегрированной системы, в которой базовым классом для объектов учета является класс «Информационный объект» (основные элементы: ключевые атрибуты, состояние и методы, изменяющие состояние). Потомками класса «ИО» являются классы и подклассы («Реальный объект», «Виртуальный объект», «Классификатор» и т.д.), содержащие статические элементы, которые характеризуют в основном семантические особенности класса, и динамические

элементы для хранения истории изменения соответствующих параметров. Дальнейшее расширение объектной схемы происходит в зависимости от специфики выбранной предметной области.

Для представления всех информационных объектов используется язык разметки XML. Преобразования информационных систем, описания информационной схемы системы могут задаваться соответствующими XSLT-преобразованиями, что позволяет задавать сложные преобразования документов на основе компактных декларативных программ. В работе описан механизм корректировки зависимых атрибутов объекта информационной системы в соответствии с заданным множеством  $A$ -зависимостей.

Итак, построенная математическая модель интеграции данных УИС адекватно описывает межсистемные особенности информационных систем. В рамках объектно-ориентированного подхода определена классификационная схема объектов учетных информационных систем, которая является интеграционной точкой входа информации из систем в единое информационное пространство.

**Глава 3** посвящена описанию моделирования интегрированной информационной среды (на примере Департамента имущественных отношений Администрации Тюменского области).

В главе рассматриваются принципы формирования УИС, эволюционное развитие которых обусловлено изменяющимися правовыми актами, технологиями ведения тех или иных работ в соответствующих структурах, передачей полномочий из одного ведомства в другое, их реорганизацией. На основе теоретического исследования и практического опыта эксплуатации УИС можно утверждать, что информационная система является наиболее адаптируемой к изменяющимся требованиям, если она создается как система взаимодействующих между собой информационных объектов, в совокупности моделирующих все реальные объекты учета и существенные связи между ними. При соблюдении общих правил формирования таких информационных



объектов локальные системы обладают большим интеграционным потенциалом.

В УИС, функционирующих автономно в рамках организации, ответственной за определенный круг задач, выделяются взаимодействующие между собой информационные объекты, которые в совокупности моделируют все реальные и виртуальные объекты учета. Основные информационные объекты представлены на рис. 3. Все ИО проектируются таким образом, чтобы можно было при необходимости дополнять, вносить изменения и включать атрибуты, позволяющие получать вычисляемую информацию.

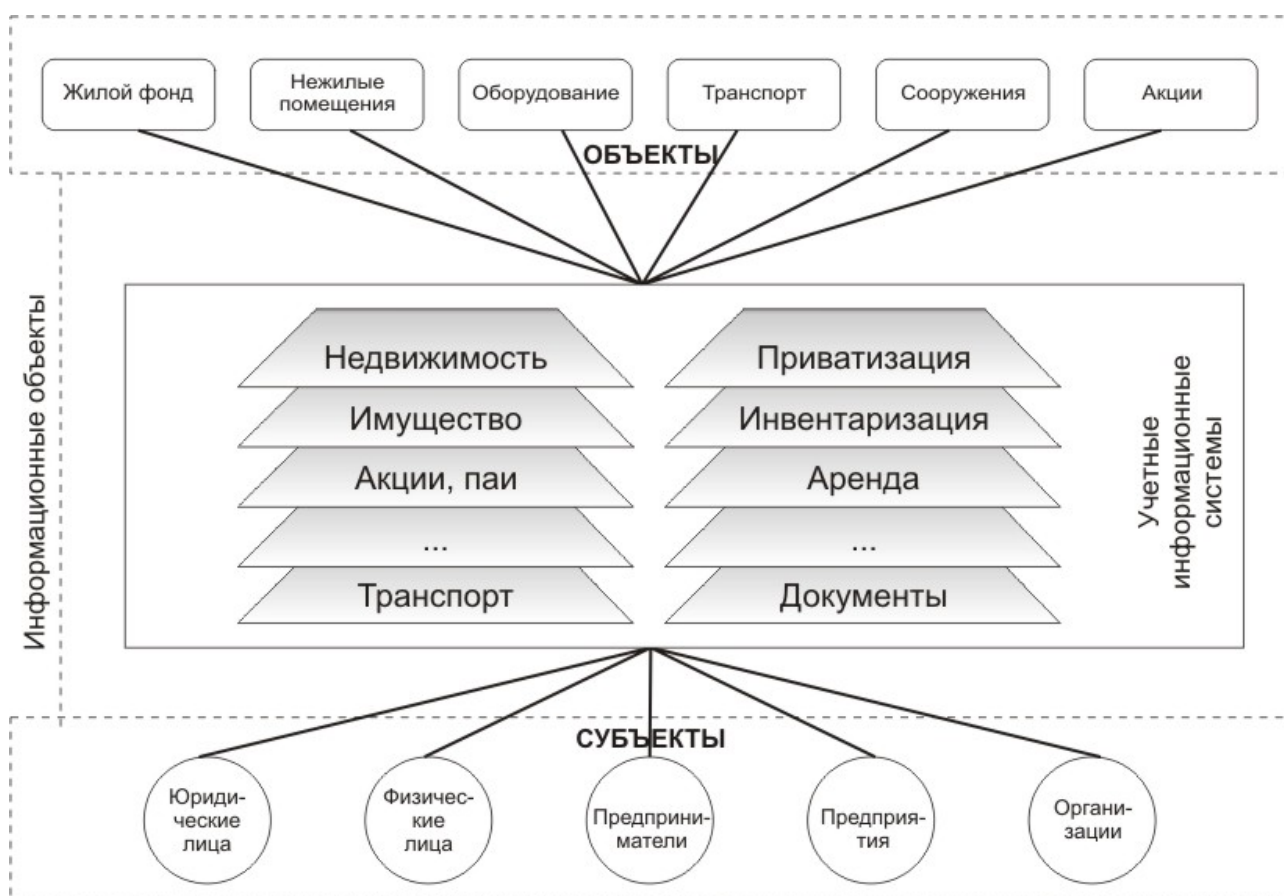


Рис. 3. Основные информационные объекты ДИО АТО

Для интеграции данных на логическом уровне каждый информационный источник данных должен иметь встроенные Web-службы, обеспечивающие поддержку стандартных Интернет-протоколов, конвертацию стандартных запросов, выполненных на XML, в запросы во внутреннем формате данных, и доставку результатов запроса конечному пользователю.

На уровне семантики необходимо иметь сводную информацию по совокупности информационных объектов. Определены основные принципы создания информационного банка данных (ИБД) на основе моделей, предложенных в главе 2. Базы данных УИС существуют автономно, но обмен необходимыми интегрированными данными производится через ИБД, в котором элементом хранения является информационный объект, каждый атрибут которого хранится в определенной подсистеме единого информационного пространства. Для любого информационного объекта обязательным атрибутом является глобально уникальный идентификатор, каждый сегмент содержит данные о соответствии идентификатора объекта набору ключевых атрибутов, однозначно определяющих его в подсистеме.

Схемы размещения данных в подсистемах образуют общую для всей системы карту соответствия данных (КСД), в которой отмечены все атрибуты объектов учета каждой подсистемы.

В результате создания ИБД и КСД можно получать непротиворечивую интегрированную информацию, применяя механизмы обмена и актуализации данных учетных информационных систем. Данная концепция позволяет формировать единое информационное пространство с максимальным использованием уже существующих баз данных и имеющихся технических средств в Департаменте имущественных отношений Администрации Тюменской области.

Для преодоления раздробленности информационных ресурсов в различных УИС единого информационного пространства определены свойства нового объекта, описаны основные принципы формирования выходных документов, включающих интегрированные данные, в зависимости от функциональной нагрузки: документы строгой отчетности, связанные документы, табличные отчеты, формируемые хранимые документы.

Таким образом, показано как на основе предложенных моделей и принципов интеграции осуществляется проектирование интегрированной информационной

среды для поддержки принятия решений в области комплексного управления в Департаменте имущественных отношений АТО.

**В заключении** приведены основные результаты диссертационной работы:

1. Проанализированы существующие принципы и технологии интеграции данных, исследованы применяемые в настоящее время подходы интеграции данных УИС, показана актуальность создания общих спецификаций для комплексных систем.
2. В рамках уточнения понятийного аппарата систематизировано и раскрыто содержание основных понятий учетных информационных систем.
3. Построена математическая модель интегрированной системы учета информационных объектов, обеспечивающая выявление и формализацию зависимостей между объектами и системами.
4. Разработана многоуровневая объектная модель интеграции учетных информационных систем. Полученная на основе объектной и математической моделей многоуровневая классификационная схема позволяет проектировать системы, содержащие интегрированные данные.

### **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Воробьева М. С., Захаров А. А., Широких А. В., Шелудкова О.В. Разработка и исследование моделей и организационно-технологических схем учета недвижимости // Межвузовский тематический сборник. Математическое и информационное моделирование. Тюмень: Издательство ТюмГУ, 2000. - С. 151-157.
2. Воробьева М. С. Особенности проектирования информационной системы учета имущества. Компьютерные технологии. Сб.трудов V Республиканской научно-технической конференции. Екатеринбург: УрГГА, 2000. - С. 94-95.
3. Воробьева М. С. Объектно-ориентированный подход моделирования технологических схем кадастра. ММТТ-2000: Сб. трудов Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 2000. - С. 112-113.

4. Воробьева М. С. Разработка компьютеризированной системы информационной поддержки кадастровой деятельности. Управляющие и вычислительные системы. Новые технологии: Материалы межвузовской научно-технической конференции. - Вологда: ВоГТУ, 2000. - С. 205-207.
5. Воробьева М. С. Автоматизация процесса приема, обработки и комплексной проверки данных. Управляющие и вычислительные системы. Новые технологии: Материалы межвузовской электронной научно-технической конференции. - Вологда: ВоГТУ, 2001. - С. 6-7.
6. Воробьева М. С., Захаров А. А., Желудкова О. В. Информационная система «Аренда недвижимости - областная собственность» / Администрация Тюменской области. Департамент имущественных отношений // ФГУП НТЦ «Информрегистр». 20.03.2002. № гос. регистрации 0320200398.
7. Воробьева М. С., Захаров А. А., Желудкова О. В. Информационная система «Учет недвижимости – областная собственность» / Администрация Тюменской области. Департамент имущественных отношений // ФГУП НТЦ «Информрегистр». 20.03.2002. № гос. регистрации 0320200399.
8. Воробьева М. С. Новые информационные технологии как средство формирования единого образовательного пространства. Информационные технологии в образовательном процессе высшей школы: Материалы научно-методического семинара. Тюмень: Издательство ТюмГУ, 2002. - С. 100-102.
9. Воробьева М. С., Каданцев М.В. Технология организации резервного копирования служебной информации. ММТТ-18: Сб. трудов XVIII Международной научной конференции. - Казань: Изд. Казанского ГТУ, 2005. - С. 175-177.
10. Воробьева М. С. Построение модели интеграции данных в информационно-управляющих системах // Модернизация образования в условиях глобализации: Круглый стол «образование через науку и инновации», 14-15 сентября 2005 года / Под ред. В.Н. Кутрунова. Тюмень: Издательство ТюмГУ, 2005. - С. 26-28.