

**На правах рукописи**

**ПАВЛОВ Александр Сергеевич**

**МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ  
МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ ОБРАБОТКИ  
РАСПРЕДЕЛЕННО-ХРАНЯЩЕЙСЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ  
ИНФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА  
НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОПОРТАЛОВ**

**Специальность 05.13.01**

**Системный анализ, управление и обработка информации  
(в промышленности)**

**АВТОРЕФЕРАТ**

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

**Уфа–2009**

Работа выполнена на кафедре технической кибернетики  
Государственного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Уфимский государственный авиационный технический университет»

- Научный руководитель** д-р техн. наук, проф.  
**БАДАМШИН Рустам Ахмарович**
- Официальные оппоненты** д-р техн. наук, проф.  
**ВАЛЕЕВ Сагит Сабитович**  
зав. каф. информатики  
Уфимского государственного авиационного  
технического университета
- канд. техн. наук, доц.  
**КИРЮШИН Олег Валерьевич**  
доц. каф. автоматизации технологических  
процессов и производств  
Уфимского государственного нефтяного  
технического университета
- Ведущая организация** Управление по чрезвычайным ситуациям при  
Правительстве Республики Башкортостан,  
г. Уфа

Защита диссертации состоится «16» декабря 2009 г. в 10 часов  
на заседании диссертационного совета Д-212.288.03  
при Уфимском государственном авиационном техническом университете  
по адресу: 450000, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета

Автореферат разослан «    » ноября 2009 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
д-р техн. наук, проф.

**В.В. Мионов**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность работы**

Для обеспечения эффективного управления жизнедеятельностью и экономикой промышленного региона необходимо наличие полной, достоверной и согласованной пространственной информации, характеризующей географически распределенные объекты всех сфер деятельности. Поэтому разработка механизмов взаимодействия между правительством, органами государственной власти и предприятиями (организациями) региона на основе геоинформационных технологий, позволяющих организовать, согласовать и автоматизировать процесс получения и обработки пространственной информации, решать функциональные задачи (геоинформационное моделирование техногенных и природных процессов, влияющих на деятельность предприятий и органов государственной власти промышленного региона, и прогнозирование их дальнейшего развития; зонирование территории; отслеживание динамики развития чрезвычайных ситуаций, и др.), а также представлять результаты обработки пространственной информации в картографическом виде лицам, принимающим дальнейшие решения, приобрела особую актуальность.

Международный опыт показывает, что интеграция разрозненных пространственных данных на государственном уровне в единую инфраструктуру пространственных данных посредством геоинформационных технологий позволяет осуществить кардинальный прорыв в своевременном обеспечении органов власти, научных исследований, потребностей промышленности и населения достоверными и непротиворечивыми пространственными данными о своей территории.

Российская Федерация также приступила к созданию инфраструктуры пространственных данных на основе геоинформационных технологий, которая призвана объединить и обеспечить коллективный доступ к пространственным данным, реализованный через сеть геопорталов, на трех уровнях: федеральном, территориальном (уровень субъектов РФ) и муниципальном. Естественным образом из этого вытекает актуальность создания инфраструктуры пространственных данных в промышленном регионе (например, таком как Республика Башкортостан), так как большая часть информации, необходимая для управления отдельными объектами, предприятиями, городами, районами и всем промышленным регионом, характеризует географически распределенные объекты, а существующие на сегодняшний день в организациях и на предприятиях автоматизированные системы не обеспечивают решение всего круга производственных задач специалистов и оперируют избыточными данными.

Вопросам использования пространственной информации крупными промышленными предприятиями и органами государственной власти, посвящен ряд работ отечественных и зарубежных авторов, в частности работы Р. Н. Бахтизина, А. В. Бакланова, Ш. Джонса, А. В. Кошкарёва, Я. Массера, Х. Мураками, Д. О'Нилла, Д. Питерса, Р. Томлинсона, Р. З. Хамитова и др., однако в них задачам организации многопользовательской обработки распределенно-хранящейся пространственной информации уделялось недостаточно внимания.

В связи с этим задача разработки методов и алгоритмов организации многопользовательской обработки распределенно-хранящейся пространственной информации промышленного региона на основе технологии геопорталов является актуальной как в теоретическом, так и в практическом плане.

### **Цели и задачи исследования**

Целью работы является разработка методов и алгоритмов организации многопользовательской обработки распределенно-хранящейся пространственной информации, используемой в процессе управления предприятиями и органами государственной власти, для создания геопортала промышленного региона.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать метод формирования структуры базы общих пространственных данных (в процессе ее создания и последующей актуализации при изменении количества или состава источников информации) в составе геопортала промышленного региона.

2. Разработать метод семантического анализа пространственной информации при ее переносе в базу общих пространственных данных геопортала промышленного региона, основанный на формализации и использовании знаний о структурных особенностях пространственных данных.

3. Разработать информационную модель для обеспечения возможности совместного представления и использования распределенно-хранящейся пространственной информации об объектах и территории промышленного региона (на примере Республики Башкортостан).

4. Разработать алгоритмы и программное обеспечение, реализующие методы организации многопользовательской обработки распределенно-хранящейся пространственной информации, в виде геопортала промышленного региона.

### **Методика исследования**

В работе использовались методы системного анализа сложных систем, структурного анализа и проектирования (SADT), геоинформационного моделирования, математическая теория множеств, теория реляционных баз данных,

теория искусственного интеллекта, принципы объектно-ориентированного программирования.

### **Научная новизна**

Научная новизна работы содержится в следующих результатах:

1. Метод формирования структуры базы общих пространственных данных в процессе ее создания и актуализации при изменении состава или числа источников информации, основанный на формальном анализе структур баз специализированных пространственных данных, входящих в состав инфраструктуры пространственных данных, позволяющий выявить общую для нескольких баз данных пространственную информацию и организовать многопользовательский доступ к распределенно-хранящимся пространственным данным.

2. Метод семантического анализа пространственной информации из баз специализированных пространственных данных, основанный на формализации и использовании знаний экспертов о структурных особенностях пространственных данных, в виде продукционных правил, позволяющий организовать процесс интеллектуального выбора пространственной информации при ее переносе в базу общих пространственных данных.

3. Информационная модель для совместного описания атрибутивных и пространственных данных, используемых органами государственной власти и предприятиями, обеспечивающая возможность совместного представления и использования распределенно-хранящейся пространственной информации об объектах и территории промышленного региона (на примере Республики Башкортостан).

### **Практическая значимость**

Разработанный метод семантического анализа пространственной информации из баз специализированных пространственных данных, основанный на формализации и использовании знаний экспертов о структурных особенностях пространственных данных, в виде продукционных правил, позволяющий организовать процесс интеллектуального выбора пространственной информации при ее переносе в базу общих пространственных данных.

Разработанная информационная модель для совместного описания атрибутивных и пространственных данных, обеспечивающая возможность совместного представления и использования распределенно-хранящейся пространственной информации об объектах и территории промышленного региона (на примере Республики Башкортостан).

Разработанные алгоритмы и программное обеспечение для организации распределенного хранения и многопользовательской обработки пространственной информации в виде геопортала промышленного региона.

Основные результаты работы внедрены в ОАО «Уралсибнефтепровод» и ГНУ «Академия наук РБ» (свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2007620007 от 09.01.2007 и свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2009614842 от 07.09.2009).

#### **На защиту выносятся**

1. Метод формирования структуры базы общих пространственных данных, основанный на формальном анализе структур баз специализированных пространственных данных.

2. Метод семантического анализа пространственной информации, основанный на формализации и использовании знаний экспертов о структурных особенностях пространственных данных, в виде продукционных правил.

3. Информационная модель для совместного описания атрибутивных и пространственных данных, обеспечивающая возможность совместного представления и использования распределенно-хранящейся пространственной информации об объектах и территории промышленного региона.

4. Алгоритмы и программное обеспечение, реализующие методы организации многопользовательской обработки распределенно-хранящейся пространственной информации, для геопортала промышленного региона.

#### **Апробация работы**

Основные теоретические и практические результаты работы докладывались на следующих конференциях, форумах и семинарах: «Компьютерные науки и информационные технологии» (CSIT'2008-2009); Всероссийской научно-практической конференции «Организация территории: статика, динамика, управление» (Уфа, 2008); ежегодной конференции пользователей программных продуктов ESRI и ERDAS (Голицыно, 2008); Региональной зимней школе-семинаре аспирантов и молодых ученых (Уфа, 2008, 2009); Всероссийской конференции «Геоинформационные технологии в муниципальном управлении» (Уфа, 2009).

#### **Публикации**

Основные положения и результаты диссертационной работы опубликованы в 11 источниках, включая 2 – в рецензируемых журналах из списка ВАК, 1 монографию, 3 статьи, 3 материала конференций и семинаров, 2 свидетельства о регистрации программ и баз данных.

#### **Структура и объём работы**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 134 наименований и приложений. Работа без списка литературы и приложений изложена на 139 страницах машинописного текста.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** приводится общая характеристика работы – обосновывается актуальность диссертационной работы, формулируются цель и задачи исследования, отмечается научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

**Первая глава** диссертации посвящена анализу пространственной информации и задач ее использования при управлении предприятиями и органами государственной власти промышленного региона, а также исследованию известных способов обеспечения и методов автоматизированной обработки пространственной информации в промышленном регионе.

Крупные предприятия и органы государственной власти промышленного региона используют в своей деятельности большой объем пространственной информации о территории, процессах и явлениях различной природы, происходящих на этой территории. Анализ пространственных данных, а также изучение и анализ зарубежного опыта их использования, показал, что они могут быть условно разделены на три составляющие: данные дистанционного зондирования земли, базовые пространственные данные, специализированные пространственные данные.

Пространственные данные используются для информационного обеспечения деятельности предприятий и органов государственной власти промышленного региона, поэтому для повышения эффективности решения различного рода задач требуется своевременное обеспечение всех ответственных лиц достоверной и полной пространственной информацией. Анализ известных методов и способов обеспечения пространственной информацией показал, что для своевременного обеспечения достоверной и непротиворечивой пространственной информацией необходима интеграция разрозненной пространственной информации в инфраструктуру пространственных данных (ИПД) промышленного региона посредством геоинформационных технологий (рис. 1).

Анализ методов автоматизированной обработки пространственной информации в промышленном регионе показал необходимость разработать геопортал, обеспечивающий многопользовательскую обработку и распределенное хранение пространственной информации, входящей в состав ИПД региона.

Таким образом, необходимо разработать методы, алгоритмы и программное обеспечение, реализованное в виде геопортала, позволяющие организовать многопользовательскую обработку распределенно-хранящейся пространственной информации, входящей в состав инфраструктуры пространственных данных промышленного региона.

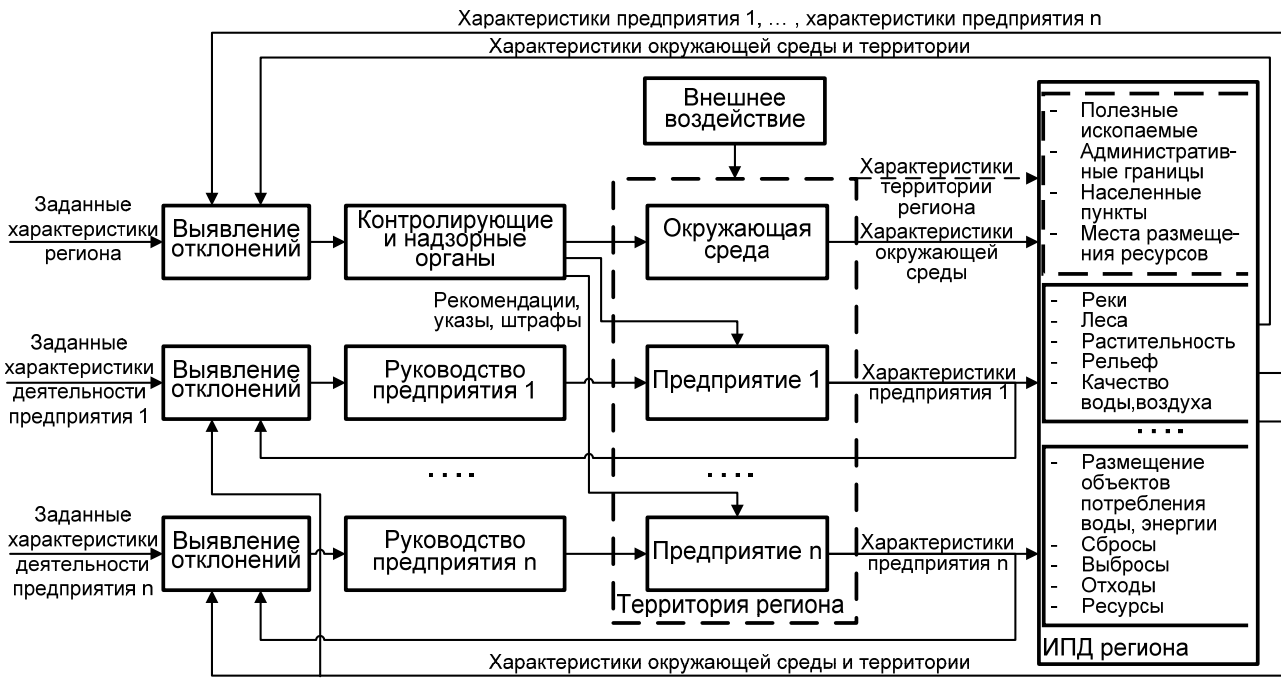


Рисунок 1 – Схема использования пространственной информации предприятиями и органами государственной власти промышленного региона

**Вторая глава** посвящена разработке схемы использования пространственной информации при управлении промышленными предприятиями, разработке метода формирования структуры базы общих пространственных данных, метода семантического анализа пространственной информации, а также в ней предложены варианты организации хранения пространственной информации в многопользовательской распределенной базе пространственных данных промышленного региона.

Предприятиям и государственным органами промышленного региона для осуществления своей деятельности, необходима пространственная информация, описывающая одну и ту же территорию и инфраструктуру региона – базовые пространственные данные (БПД), которые могут быть выделены в базу общих пространственных данных, а также пространственная информация, описывающая объекты, связанные с деятельностью одного конкретного предприятия – специализированные пространственные данные (СПД). Поэтому для эффективного использования и получения пространственной информации предложено создать инфраструктуру пространственных данных, в которой совокупность всех видов пространственной информации образует распределенную базу пространственных данных (РБПД), обеспечивающую многопользовательскую обработку распределенно-хранящейся пространственной информации промышленного региона.

Для формирования структуры РБПД в соответствии с принятой технологией проектирования информационных систем необходимо провести анализ



требований к пространственной информации всех участников ИПД, выявить интересующую хотя бы двух пользователей информацию и перенести ее в базу БПД, при этом проведя преобразования в базах СПД с целью сохранения полноты и непротиворечивости.

Для формализованного описания всех частей пространственной информации промышленного региона и связей между ними введем обозначение: базу данных конкретного  $i$ -го источника ПД, входящего в ИПД, обозначим через  $БД_i$ , где  $i = \overline{1, n}$ ,  $n$  – число  $БД_i$ , входящих в состав ИПД региона, а всю совокупность  $БД_i$  обозначим как  $РБД$ , тогда:

$$РБД = \bigcup_{i=1, n} БД_i = БПД \cup СПД_1 \cup СПД_2 \dots \cup СПД_n = БПД \cup_{i=1, n} СПД_i. \quad (1)$$

$БД_i$  каждого промышленного предприятий разрабатывается на основе соответствующей модели данных, которую обозначим как  $МД_i$ , тогда:

$$МД_i = \{R_1 \dots R_{k_i}, S_1 \dots S_{m_i}, C_1 \dots C_{t_i}\}, \quad (2)$$

где  $k_i$  – количество отношений  $R_{k_i}$  в модели данных  $i$ -ой  $БД_i$ ,  $m_i$  – количество слоев  $S_{m_i}$  в модели данных  $i$ -ой  $БД_i$ ,  $t_i$  – количество связей  $C_{t_i}$  между отношениями и слоями модели данных  $i$ -ой  $БД_i$ .

Представим модель данных  $i$ -ой  $БД_i$  как совокупность двух частей, описывающих атрибутивную –  $МД_i^A$  и пространственную –  $МД_i^S$  информацию:

$$МД_i = МД_i^A \cup МД_i^S, i = \overline{1, n}. \quad (3)$$

В каждой  $i$ -ой  $МД_i^S$  выделим две части:  $МД_i^{1S}$  – часть  $МД_i^S$  описывающая информацию, входящую в состав БД БПД,  $МД_i^{2S}$  – часть  $МД_i^S$  описывающая информацию, входящую в состав БД СПД. Тогда:

$$МД_i^S = МД_i^{1S} \cup МД_i^{2S}, i = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Множество номеров различных слоев из  $МД_i^S$  обозначим:

$$M_i^S = \{1, 2, 3, \dots, m_i\}, \quad (5)$$

тогда в  $M_i^S$  можно выделить две части:

$$M_i^S = \{M_i'^S, M_i''^S\}, \quad (6)$$

где  $M_i'^S$  – количество слоев из  $МД_i^S$  такое, что

$$МД_i^{1S} = \{S_j^j\}, j \in M_i'^S, S_j^j \in МД_0. \quad (7)$$

Тогда часть модели данных, которая описывает пространственную информацию из БД БПД –  $МД_0^{1S}$  можно представить как совокупность слоев, входящих хотя бы в две из  $МД_i^{1S}$ ,

$$МД_0^S = \bigcup_{\substack{i=\overline{1,n} \\ j=1,m'_i}} S_i^j ; S_i^{j_1} = S_i^{j_2} , \quad (8)$$

где  $i_1 \neq i_2, j_1 \in M_{i_1}^{1S}, j_2 \in M_{i_2}^{1S}, j_1 \neq j_2$ .

По аналогии с  $МД_i^S$  в каждой  $i$ -ой  $МД_i^A$  можно провести преобразования, аналогичные (5)–(8). Тогда, учитывая, что  $i$ -я  $БД_i$  разрабатывается на основе соответствующей модели, можно записать, что база данных  $БПД$  (которую обозначим  $БД_0$ ) на весь промышленный регион является совокупностью  $БД_i^{1A}$  и  $БД_i^{1S}$ :

$$БД_0 = (\bigcup_{i=\overline{1,n}} БД_i^{1A}) \cup (\bigcup_{i=\overline{1,n}} БД_i^{1S}) = \bigcup_{i=\overline{1,n}} БД_i^1 . \quad (9)$$

Таким образом, получим:

$$РБД = БД_0 \cup ((\bigcup_{i=\overline{1,n}} БД_i^{1A}) \cup (\bigcup_{i=\overline{1,n}} БД_i^{1S})) = БПД \cup (\bigcup_{i=\overline{1,n}} БД_i^2) = БПД \cup СПД_i , \quad (10)$$

что соответствует (1).

Построение непротиворечивой  $МД_0$ , описывающей всю совокупность  $БПД$ , позволит создать базу пространственных данных, удовлетворяющую требованиям всех участников ИПД промышленного региона.

Для обеспечения пользователей ИПД информацией, преобразованной в процессе формирования РБПД, необходимо установить соответствие между местом хранения ПД в  $БД_i$  до преобразований, и фактическим местом хранения ПД в БД  $БПД$ . Для этого необходимо построить набор отображений

$$F_i : МД_i^1 \rightarrow МД_0 , \text{ где } i = \overline{1,n} , \quad (11)$$

таких, что:

$$F_i = \{f_{i1}, f_{i2}, \dots, f_{im'_i}\} . \quad (12)$$

В свою очередь  $f_{ij} = k$  для  $S_i^j = S_0^k, j = \overline{1,m'_i}, i = \overline{1,n}$ , позволяет устанавливать соответствие между слоями и отношениями в  $БД_0$  с соответствующими слоями и отношениями в  $БД_i$ .

Тогда множество отображений для  $БД_0$  можно записать в виде матрицы:

$$F_0 = \begin{pmatrix} F_1 \\ \dots \\ F_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{11} & \dots & f_{1m'_1} \\ \dots & \dots & \dots \\ f_{n1} & \dots & f_{nm'_n} \end{pmatrix} = \|f_{ij}\|, i = \overline{1,n}, j = \overline{1,m'_i} , \quad (13)$$

где  $i = \overline{1,n}, n$  – количество  $БД_i$ ,  $j = \overline{1,m'_i}, m'_i$  – количество слоев и отношений, составляющих  $БД_i$ , которые можно отнести к  $БД_0$ .

Каждый раз при изменении количества или состава источников пространственной информации в ИПД необходимо вновь проводить сравнительный анализ структуры существующей БД  $БПД$  и структур БД промышленных предпри-

ятий, входящих в ИПД. Добавление новой БД изменит на единицу  $n$  – число  $БД_i$ , входящих в состав ИПД региона, то есть можно обозначить новый источник пространственной информации через  $БД_{n+1}$ . По аналогии с (4)-(8) можно произвести соответствующие преобразования пространственной части информации хранящейся в  $БД_{n+1}$ , но поскольку в ИПД промышленного региона наряду с БД БПД входят БД СПД предприятий, в которых может находиться пространственная информация такая же как и в  $БД_{n+1}$ , но отсутствующая в  $БД_0$ , представим  $M_{n+1}''^S$  из (6) как совокупность двух частей:

$$M_{n+1}''^S = \{M_{n+1}'''^S, M_{n+1}''''^S\}, \quad (14)$$

где  $M_{n+1}'''^S$  - количество отношений из  $БД_{n+1}^{2S}$  такое, что

$$МД'_{n+1}{}^{2S} = \{S_{n+1}^j\}, S_{n+1}^{j_{n+1}} = S_{i_2}^{j_2} j_{n+1} \in M_{n+1}'''^S, j_2 \in M_{i_2}''''^S. \quad (15)$$

Тогда модель данных БД БПД в ИПД с числом источников пространственной информации  $n+1$  обозначим как  $МД'_0$ , которую представим в виде совокупности слоев, входивших в  $БД_0$ , а также слоев, входящих, как в  $БД_{n+1}^{2S}$ , так и хотя бы в одну из  $БД_i^{2S}$ :

$$МД'_0 = МД_0 \cup \left( \bigcup_{\substack{i=1, n+1 \\ j=1, m''_{n+1}}} S_i^j \right). \quad (16)$$

Проведя соответствующие преобразования по аналогии с (5)-(8) и (13)-(15) для атрибутивной части информации, хранящейся в  $БД_{n+1}$ , и учитывая (9) получим:

$$БД'_0 = БД_0 \cup БД_{n+1}'{}^{2S} \cup БД_{n+1}'{}^{2A} \cup \left( \left( \bigcup_{i=1, n} БД_i'^{2A} \right) \cup \left( \bigcup_{i=1, n} БД_i'^{2S} \right) \right). \quad (17)$$

В связи с тем, что в базе данных БПД изменился состав пространственной информации, необходимо построить  $f_{n+1, j}$  и должны быть обновлены отображения  $f_{i, j}$  для которых  $j \in M_n'''^S$ , для всех  $i = \overline{1, n}$ .

Выбор информации в процессе формирования базы общих пространственных данных может быть основан на использовании знаний о структурных особенностях ПД, вынесенных в отдельную категорию и помещенных в базу знаний (рис. 2). Для этого предлагается воспользоваться моделью представления знаний основанной на продукционных правилах, которые состоят из условной части (антецедента) и заключения (консеквента). Фрагмент разработанной базы знаний, содержащей наиболее важные знания о структурных особенностях пространственных данных, в виде продукционных правил, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Фрагмент разработанных правил базы знаний

№	Правил установления принадлежности региону
R <sub>1,1</sub>	Если $X^{S_i^j} \subset X^R$ И $Y^{S_i^j} \subset Y^R$ То $B^{S_i^j} \subset B^R$
R <sub>1,2</sub>	Если $X^{S_i^j} \cap X^R$ И $Y^{S_i^j} \cap Y^R$ То $B^{S_i^j} \cap B^R$
.....	
№	Правила формирования БД БПД
R <sub>2,1</sub>	Если $B^{S_i^j} \subset B^R$ То $S_i^j \subset БД_0$
R <sub>2,2</sub>	Если $B^{S_i^j} \cap B^R$ То $S_i^j \subset БД_0$ И $D(E)$
.....	
№	Правила выбора пространственных данных
R <sub>3,1</sub>	Если $S_{i_1}^{j_1} \subset БД_0$ И $S_{i_2}^{j_2} \subset БД_0$ И $B^{S_{i_1}^{j_1}} \neq B^{S_{i_2}^{j_2}}$ То $S_{i_1}^{j_1}, S_{i_2}^{j_2}$ переносятся в БД БПД И $D(E)$
.....	

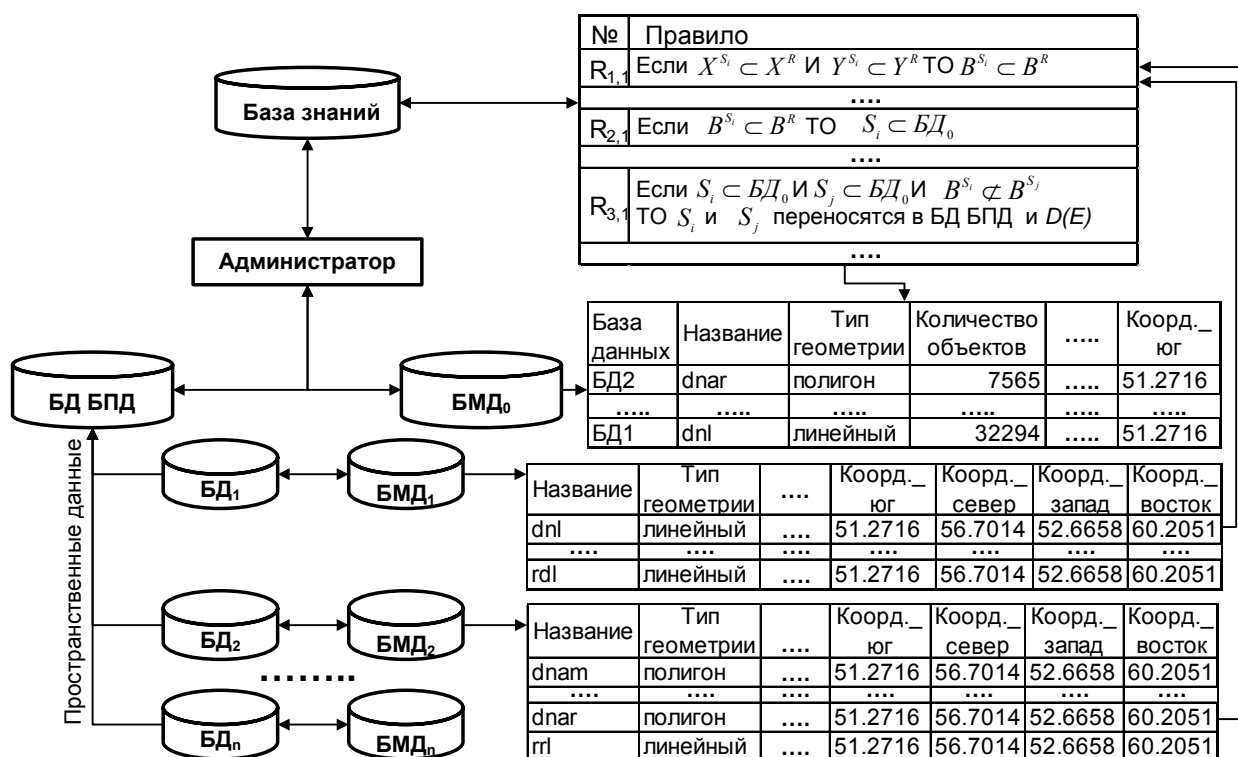


Рисунок 2 – Схема использования базы знаний для формирования базы общих пространственных данных

Учитывая способ построения базы данных БПД, описываемый соотношениями (2)-(10), можно утверждать, что любая информация, хранящаяся ранее в одной из  $БД_i^1$ , будет храниться в базе данных БПД. Однако в задачах использования пространственной информации промышленными предприятиями и органами государственной власти, зачастую, более важным требованием, чем экономия памяти ЭВМ, является оперативность получения данных, поэтому пред-

ложены варианты организации хранения пространственной информации в многопользовательской распределенной базе пространственных данных, учитывающие различные критерии.

Предложенные в данной главе методы и варианты хранения пространственной информации позволяют формировать структуру базы общих пространственных данных (в процессе ее создания и последующей актуализации при изменении количества или состава источников информации), анализировать пространственную информацию при переносе в базу общих пространственных данных и организовывать ее хранение в РБПД.

В третьей главе описана разработка функциональной модели использования пространственной информации крупными предприятиями и органами государственной власти промышленного региона, информационной модели, укрупненная структура которой показана на рис. 3, а также алгоритмов, обеспечивающие ввод и использование общих и специализированных пространственных данных в многопользовательской распределенной базе пространственных данных.

<b>Экономика</b>	<b>Сельское хозяйство</b>	<b>Транспорт</b>	<b>Образование</b>	<b>Промышленность</b>
Инвестиции	Переработка	Виды транспорта	Профессиональное образование	Металлургия
Бюджет	Животноводство	Объекты организаций	Образовательные ресурсы	Лесная, дерево-перерабатывающая, целлюлозно-бумажная промышленность
Банковская деятельность	Растениеводство	Маршруты движения	Общее образование	Легкая промышленность
Торговля	Техническое обеспечение	Станции обслуживания	Дошкольное образование	Промышленность строительных материалов
Внешние связи	<b>Службы по ЧС</b>	<b>Здравоохранение</b>	Управление образованием	Станкостроение
Природопользование, лесные ресурсы и охрана окружающей среды	Зоны ответственности	Учреждения специализированной мед.помощи	<b>Энергетика</b>	Нефтеперерабатывающая промышленность
	Потенциально-опасные объекты	Аптечная сеть		Генеральные планы
Охрана окружающей среды	Статистика ЧС	Амбулаторно-поликлинические учреждения	Места хищений	Машиностроение и металлообработка
Лесное хозяйство	Места базирования аварийно-спасательных формирований	Санитарно-эпидемиологическая служба	Потребители	Добывающая промышленность
Водные ресурсы	Вспомогательные объекты	Статистика по заболеваемости	Генерирующие станции	Пищевая промышленность
Недра	Силы и средства гражданской обороны	Сеть больниц	Места неисправностей и аварий	Химическая промышленность
Биологические ресурсы			Сети распределения	
<b>Векторные цифровые карты масштабов: 1:25000, 1:200000, 1:1000000.</b>				<b>Данные ДЗЗ</b>
Гидрография	Железные дороги	Отметки высот	Населенные пункты	Растительность
Автодороги	Коммуникации	ЦМР	Границы территории	Изолинии
<b>Метаданные</b>				
Идентификация	Качество данных	Структура данных	Пространственная привязка	Атрибуты сущности
				Распространение

Рисунок 3 – Укрупненная структура информационной модели пространственных данных промышленного региона

Для обеспечения ввода и использования общих и специализированных пространственных данных разработаны алгоритмы формирования и актуализации (рис. 4) распределенной базы пространственных данных промышленного региона, алгоритм семантического анализа пространственной информации, а также алгоритм обработки пространственной информации из распределенной базы пространственных данных.

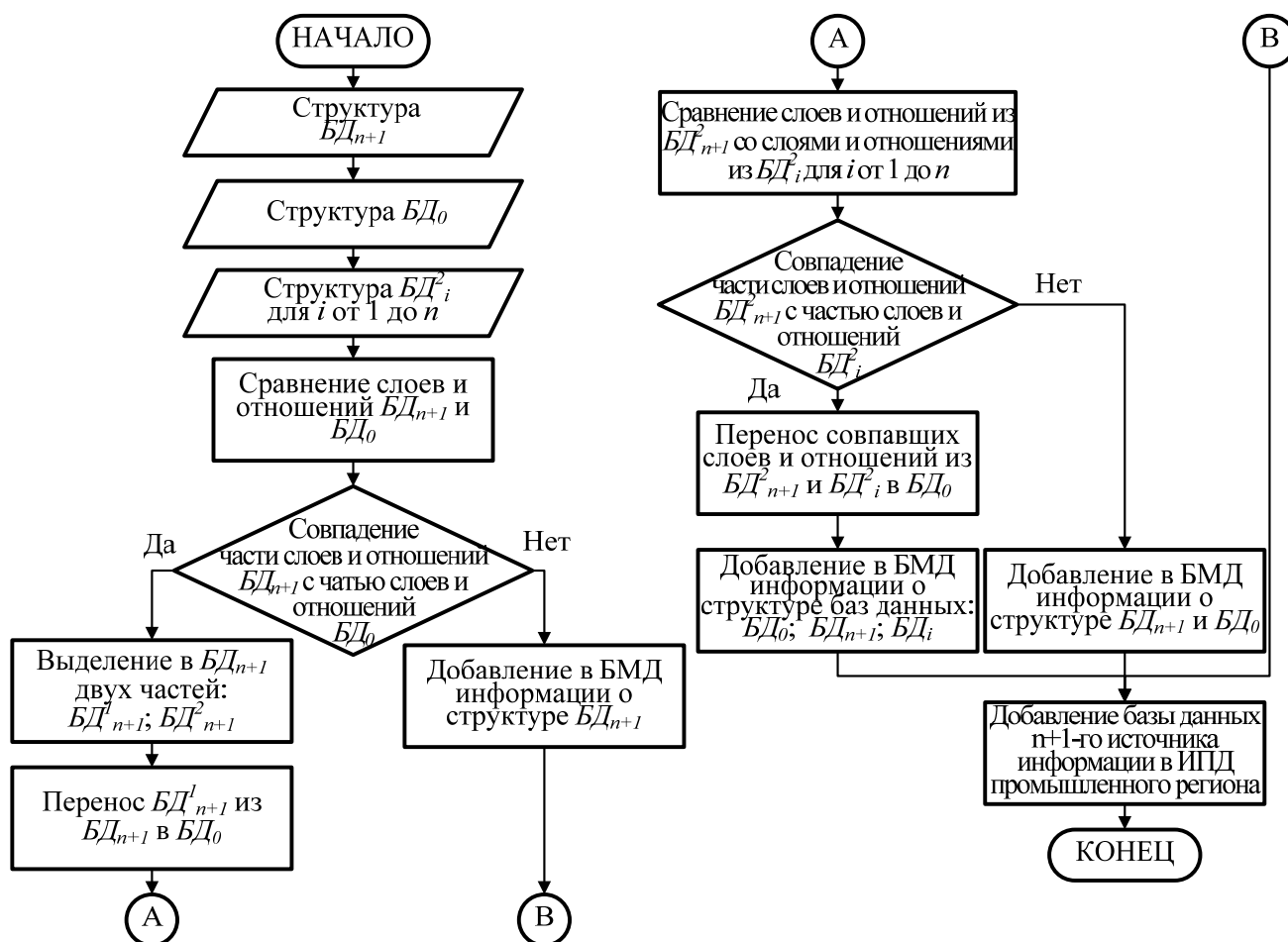


Рисунок 4 – Блок-схема обобщенного алгоритма поддержания в актуальном состоянии распределенной базы пространственных данных

Разработанная информационная модель атрибутивных и пространственных данных промышленного региона и алгоритмы формирования базы общих пространственных данных являются основой для разработки программного обеспечения регионального геопортала для многопользовательской обработки распределенно-хранящейся пространственной информации.

**В четвертой главе** приводится реализация разработанных методов и алгоритмов, обеспечивающих ввод и использование общих и специализированных пространственных данных в многопользовательской распределенной базе пространственных данных, разработка структуры и программного обеспечения, реализованного в виде геопортала.

Разработанный геопортал является средством доступа к пространственной информации из ИПД, структура которой показана на рис. 5, и позволяет организовать распределенное хранение и многопользовательскую обработку пространственной информации, необходимой для деятельности крупных предприятий и органов государственной власти промышленного региона. Организация и обеспечение использования пространственной информации из распределенных источников, обуславливается сервис-ориентированной архитектурой разработанного геопортала.

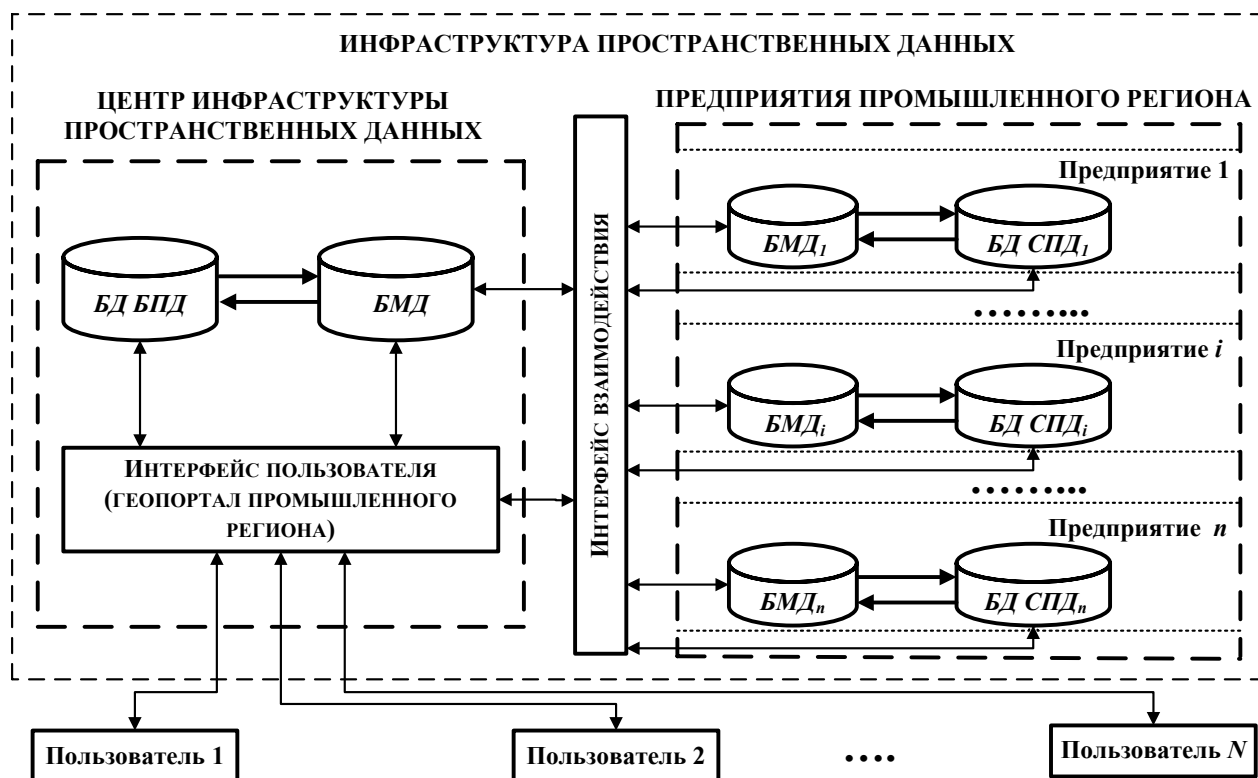


Рисунок 5 – Структура ИПД промышленного региона

На основании опросов экспертов предприятий и органов государственной власти промышленного региона, использующих пространственную информацию в своей деятельности, определены основные этапы процесса получения пространственных данных и временные затраты на каждый этап, для минимального объема работ. Для оценки эффективности применения геопортала были построены временные диаграммы (графики Ганта), показывающие время, затрачиваемое специалистом предприятия на основные этапы процесса получения пространственных данных до и после внедрения геопортала (рис. 6). Анализ графиков Ганта показал, что сокращение временных затрат при получении пространственных данных из ИПД с применением разработанного программного обеспечения составляет в среднем 60 %.

**В заключении** приводятся основные результаты и выводы по диссертационной работе.

ID	Имя задачи	Длительность, дней (часов)	окт 2009											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Формулирование требований к типу и составу пространственных данных	1d	█											
2	Анализ доступных пространственных данных	2d		█	█									
3	Выбор пространственных данных	1d				█								
4	Утверждение платежных документов	1d					█							
5	Оплата приобретаемых пространственных данных	3d						█	█	█				
6	Получение пространственных данных	1d										█		
7	Подготовка пространственных данных к использованию в существующей ГИС предприятия	1d											█	
ИТОГО		10d												

а

ID	Имя задачи	Длительность, дней (часов)	окт 2009											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Формулирование требований к типу и составу пространственных данных	1d	█											
2	Утверждение платежных документов	1d		█										
3	Оплата регистрации на геопортале	3d				█	█	█						
4	Поиск пространственных данных на геопортале	1h											█	
5	Загрузка найденных пространственных данных	1h											█	
6	Подготовка пространственных данных к использованию в существующей ГИС предприятия	1d											█	
ИТОГО		6d 2h												

б

Рисунок 6 – Временная диаграмма получения пространственной информации (минимальный объем работ): «как было» (а), «как стало» (б)

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Разработан метод формирования структуры базы общих пространственных данных, основанный на формальном анализе структур баз специализированных пространственных данных, позволяющий выявить общую для нескольких баз данных пространственную информацию и организовать многопользовательский доступ к распределенно-хранящейся пространственной информации.

2. Разработан метод семантического анализа пространственной информации из баз специализированных пространственных данных, основанный на формализации и использовании знаний экспертов о структурных особенностях пространственных данных, в виде продукционных правил, позволяющий организовать процесс интеллектуального выбора пространственной информации при ее переносе в базу общих пространственных данных промышленного региона.



3. Разработана информационная модель для совместного описания атрибутивных и пространственных данных, позволяющая обеспечить возможности совместного представления и использования распределенно-хранящейся пространственной информации об объектах и территории промышленного региона (на примере Республики Башкортостан).

4. Разработаны алгоритмы и программное обеспечение, реализующие методы организации многопользовательской обработки распределенно-хранящейся пространственной информации, в виде геопортала промышленного региона. Результаты внедрения показали адекватность предложенной модели атрибутивных и пространственных данных требованиям специалистов, предъявляемым к используемой пространственной информации об объектах и территории промышленного региона (на примере Республики Башкортостан), а также позволили сократить время получения пространственной информации из ИПД специалистами предприятий и органов государственной власти.

## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПУБЛИКОВАНЫ В РАБОТАХ**

### ***В рецензируемых журналах из списка ВАК***

1. Многопользовательская обработка распределенно-хранящейся пространственной информации в научно-образовательной ГИС РБ / Р. А. Бадамшин, А. С. Павлов // Вестник УГАТУ : научн. журн. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та. Серия «Управление, вычислительная техника и информатика». 2009. Т. 12, №1(30). С. 3–8.

### ***В рецензируемых журналах из списка ВАК***

#### ***по смежным специальностям***

2. Информационная модель нефтегазового комплекса в составе инфраструктуры пространственных данных Республики Башкортостан / Р. Н. Бахтизин, С. В. Павлов, Г. М. Сайфутдинова, А. С. Павлов // Нефтегазовое дело : научн.-техн. журн. 2007. Т. 5, № 2. С.25–30.

### ***Монографии***

3. Создание инфраструктуры пространственных данных Республики Башкортостан на основе геоинформационных технологий / Р. Н. Бахтизин, С. В. Павлов, А. С. Павлов, Г. М. Сайфутдинова // Уфа : Нефтегазовое дело, 2008. 103 с.

### ***В других изданиях***

4. Свид. об офиц. рег. базы данных № 2007620007. База данных геоинформационной системы на технологическом участке Ленинск–Нурлино ОАО «Уралсибнефтепровод» (ГИС УСМН) / А. Ф. Атнабаев, А. С. Павлов, О. С. Саубанов [и др.] М. : Роспатент, 2007.

5. Практическая реализация инфраструктуры пространственных данных на основе геоинформационных технологий / А. С. Павлов // Организация территории: статика, динамика, управление : матер. 5-й всерос. науч.-практ. конф. Уфа : БГПУ, 2008. С. 102–104.

6. Применение геоинформационных технологий для создания инфраструктуры пространственных данных Республики Башкортостан / Р. Н. Бахтизин, Р. А. Бадамшин, С. В. Павлов, Г. М. Сайфутдинова, А. С. Павлов // Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем : межвуз. науч. сб. Уфа : УГАТУ, 2008. С. 56–66.

7. Научно-образовательная ГИС как прототип инфраструктуры пространственных данных Республики Башкортостан / Р. Н. Бахтизин, Р. А. Бадамшин, С. В. Павлов, А. С. Павлов // Компьютерные науки и информационные технологии (CSIT'2008) : матер. 10-го Междунар. науч. сем. Анталия, Турция, 2008. Т. 1. С. 126–129. (Статья на англ. яз.)

8. Создание научно-образовательной геоинформационной системы Республики Башкортостан как подсистемы инфраструктуры пространственных данных уровня субъекта Российской Федерации / А. С. Павлов // Актуальные проблемы в науке и технике. Информатика, управление и компьютерные науки: сб. тр. 4-й всерос. зимн. шк.-сем. аспирантов и молодых ученых. Уфа : УГАТУ, 2009. Т. 1. С. 406–410.

9. Семантический анализ пространственных данных при выборе места их размещения в инфраструктуре пространственных данных / Р. Н. Бахтизин, Р. А. Бадамшин, А. С. Павлов // Компьютерные науки и информационные технологии (CSIT'2009) : матер. 10-го Междунар. науч. сем. Крит, Греция, 2009. Т. 1. С. 252–255. (Статья на англ. яз.)

10. Алгоритм периодического преобразования распределенно-хранящейся пространственной информации в научно-образовательной ГИС РБ / А.С. Павлов // Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем: межвуз. науч. сб. Уфа : УГАТУ, 2009. С. 56–66.

11. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2009614842. Программа поиска метаданных в распределенных источниках информации / С. В. Павлов, О. И. Христуло, А. С. Павлов. М. : Роспатент, 2009.

ПАВЛОВ Александр Сергеевич

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ  
МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ ОБРАБОТКИ  
РАСПРЕДЕЛЕННО-ХРАНЯЩЕЙСЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ  
ИНФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА  
НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОПОРТАЛОВ

Специальность 05.13.01  
Системный анализ, управление и обработка информации  
(в промышленности)

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Подписано в печать 12.11.2009 Формат 60x84 1/16.  
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Times New Roman.  
Усл. печ. л. 1,0. Усл. кр.-отт. 1,0. Уч.-изд. л. 0,8.  
Тираж 100 экз. Заказ № 565

ГОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет  
Центр оперативной полиграфии УГАТУ  
450000, Уфа-центр, ул. К. Маркса, 12