

# Создание информационной системы по поискам и оценке месторождений редких металлов

В.В.Костин, А.Н.Бездушный

В.В.Костин

*Московский Физико-Технический Институт (Государственный университет)*

*kosvic11@mail.ru*

А.Н.Бездушный

*Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН*

*anb@ccas.ru*

## **Аннотация**

В работе рассматриваются вопросы, связанные с созданием информационной системы по поискам и оценке месторождений редких металлов. Рассматриваются аналогичные системы и методы их воздания, архитектура самой системы, методы проведения анализа. Рассматривается OLAP-анализ данных, html-приложение. Демонстрируется анализ гипотез, найденные решения.

## **Введение**

Основной задачей являлась разработка прототипа информационной системы для поддержки принятия экспертных решений по определению направлений геологоразведочных работ на редкие металлы. Основным преимуществом такой системы является способность помочь в оценке распределения добываемых полезных ископаемых. Данная система предоставляет возможность переоценки промышленной значимости сырьевой базы редких металлов с учетом новых технологий и актуализация ГИС-макетов геолого-экономических карт в мониторинговом режиме.

Предметом рассмотрения является месторождение, имеющее большое количество характеристик:

- Номенклатурные (наименование, статус, группы сложности по разным категориям, долгота и широта центра месторождения, уровень утверждения запасов или ресурсов и др.)
- Геологические (минералы и руды, добываемые на месторождении (как главные, так и сопутствующие), методы разработки и исследования, геотектоническое и геодинамическое положение месторождения, морфологический фактор, размах содержания компонентов и др.)
- Геоэкономические (концентрация главного полезного компонента, запасы элементов по разным категориям (А, В, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>), забалансовые запасы, извлекаемые запасы и др.)

Наиболее актуальным становится создание единой системы понятий, описывающих месторождение. Стандартизация этих понятий поможет существенно ускорить обмен информацией и ее анализ.

## Единая система понятий о месторождении

Вначале стоит отметить ряд работ проведенных по созданию web-онтологий для выполнения стоящих задач.

Целью онтологии, созданной для оптимизации учебного процесса[7], являлась стандартизация хранения данных – контрольных работ, лекций, лабораторных работ и других объектов, применяемых в образовательном процессе. После создания группы web-онтологий любые институты смогут оперативно и интенсивно обмениваться информацией – образовательными курсами и контрольными работами, научными трудами и эффективностью читаемых курсов. Ввиду схематизации структуры (Рис.1) упрощается обмен преподавательским опытом и увеличивается эффективность дистанционного обучения студентов.

Схожая работа была проделана и государственным университетом информатики и искусственного интеллекта Украины[4]. Особенностью же этой работы являлась упрощенная адаптация каждого индивидуального студента к особенностям образовательного процесса.

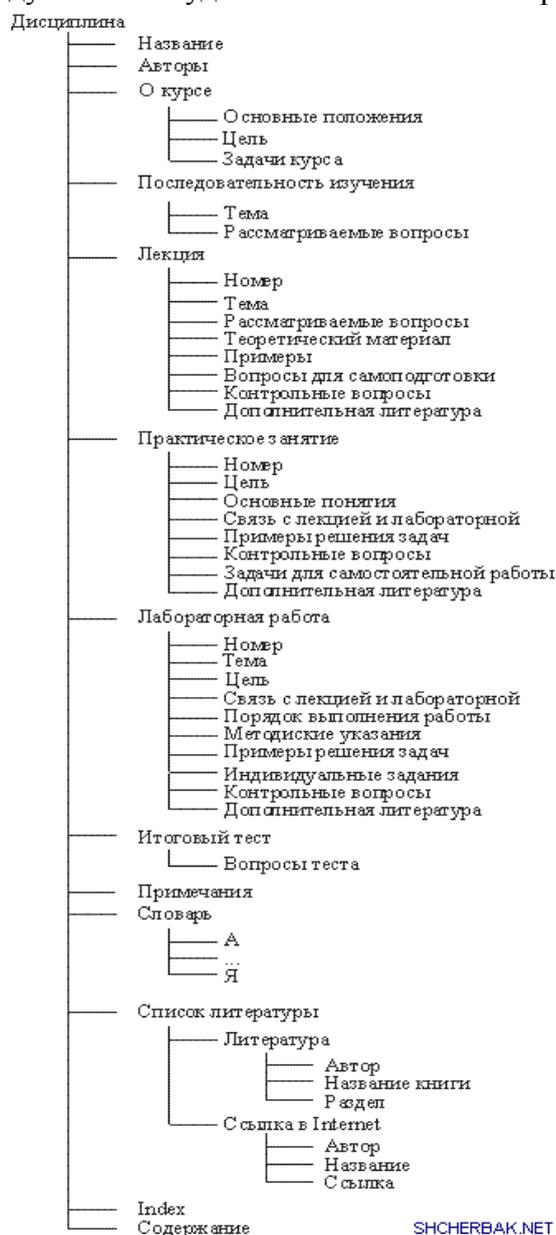


Рис. 1. Система классов онтологии для дистанционного обучения.

Отдельного рассмотрения заслуживает онтология химии[5]. Предметом рассмотрения статьи являлась метаонтология химии - онтология третьего уровня. Примерами типов объектов для физической химии являются химические элементы, вещества, реакции, фазы реакций и т.д. Одной из главных особенностей данной онтологии является подсистема решения задач. Она, например, может определять пути синтеза соединения, при условии, что задано соединение, принадлежащее множеству соединений первого шага синтеза.

Также интересную работу проделала Роза Александровна Шкундина[6] из Уфимского государственного авиационного технического университета. Ею был проведен анализ возможности использования онтологии, описывающей природные объекты и коммуникации, для управления и оптимизации очистки сточных вод.

Таким образом, стоит заметить, что создание OWL-онтологии является ответом на необходимость проводить оперативный обмен и обработку информации.

Первоочередной задачей при создании OWL-онтологии является анализ предметной области[2-3]. В процессе работы были выделены системообразующие классы и созданы библиотеки значений, необходимые для описания объектов будущей онтологии.

Отталкиваясь от стоявших задач, была построена система классов, понятий и функций и выполнена на программе Protégé 4.0. В основе онтологии находится базовый класс «месторождение». Сведения об остальных параметрах месторождения описываются совокупностью:

- «геоэпоха»
- «минерал»
- «порода»
- «химическое соединение»
- «химический элемент»
- «метод исследования»
- «метод разработки»
- «генезис»
- «предшествующий геодинамический процесс»
- «основной поисковый метод»
- «тип разработки»
- «статус»
- «тип»
- «континент»
- «подконтинент» (под данное определение попадают объекты «Европа» и «Азия»)
- «страна»
- «область»

Большинство этих классов соединены с классом «месторождение» соответствующими свойствами. Свойство «родитель» указывает на иерархию географии, а свойство «состоит из» – на соотношение классов «элемент», «соединение» и «минерал», то есть на то, из каких элементов состоит соединение и какие соединения содержит минерал. (Рис.2)

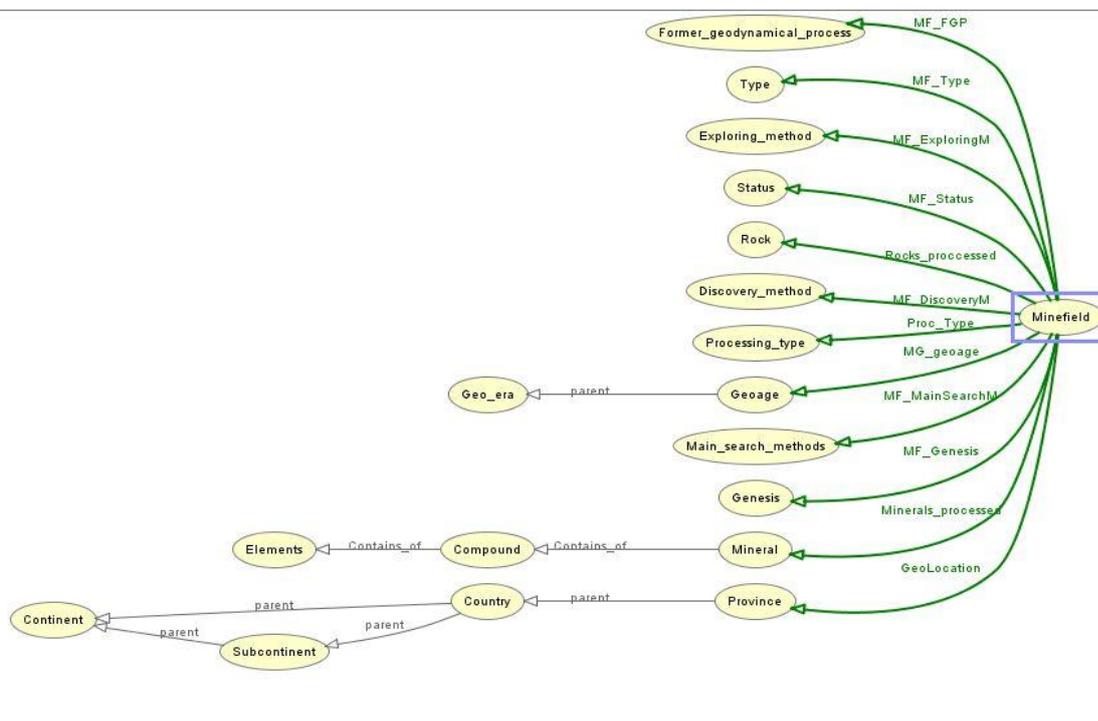


Рис.2. OWL-онтология метеорождений

### ***Система анализа информации***

На платформе MS SQL Server 2000<sup>1</sup> была создана база данных, в нее помещена и структурирована информация, созданы библиотеки значений. Организация таблиц и связей в базе данных близка к организации классов и свойств в онтологии. Ввиду разницы в организации и хранении информации, существенным отличием стало размещение большого объема информации в отдельной таблице «Minefields\_compounds» (Рис.4). В ней размещена информация, связанная с добычей химических соединений на месторождениях (таких как запас конкретного соединения, например Li<sub>2</sub>O, на конкретном месторождении).

<sup>1</sup> <http://www.microsoft.com/downloads/en/details.aspx?FamilyID=8e2dfc8d-c20e-4446-99a9-b7f0213f8bc5#Overview>

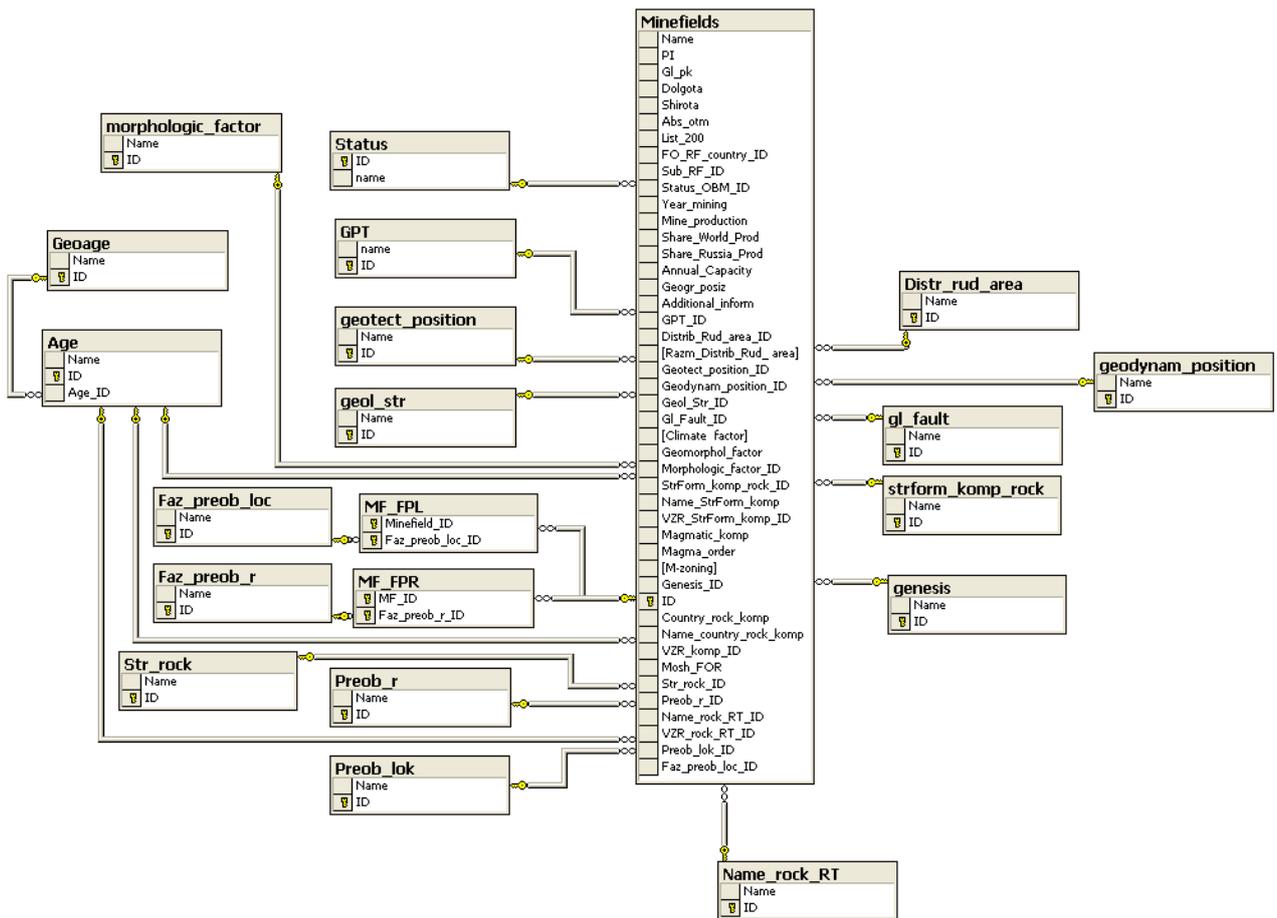


Рис.3. Схема прямых связей класса «Minefields» в базе данных.

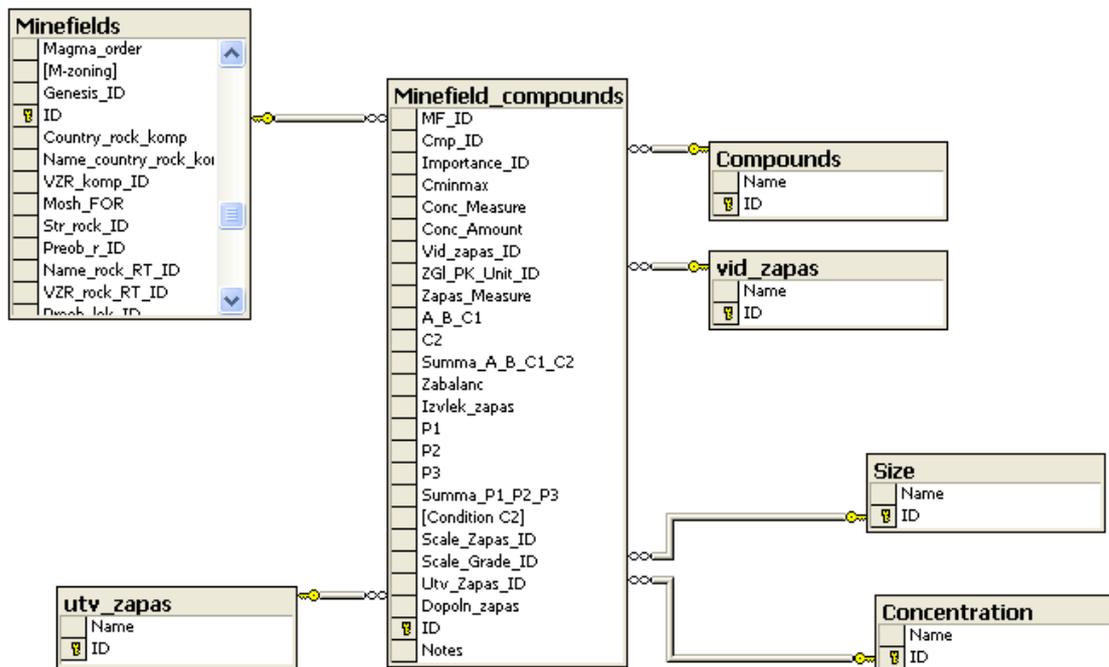


Рис.4. Схема прямых связей класса «Minefields\_compounds» в базе данных

При помощи аналитических сервисов Microsoft создано хранилище данных и OLAP-куб (Рис.5), позволяющий проводить первичный анализ данных. Таблицей фактов при этом

становится таблица «Minefields\_compounds». Таблицей измерений становятся как непосредственно связанные с «Minefields\_compounds» - «Concentration», «Size», «Utv\_zapas», так и связанные опосредованно - «Genesis», «Geodynam\_position», «Geoage» и др. Таким образом, данные будут упорядочены в виде схемы «звезда».



Рис.5. OLAP куб. Распределение месторождений, содержащих  $\text{Li}_2\text{O}$ , по концентрации полезного компонента и геодинамической позиции

Изменяя одни параметры и задавая фильтры, мы можем посмотреть распределение количества месторождений лития по концентрации полезного компонента и по геодинамической позиции и заметить, что большинство богатых месторождений расположены в зеленокаменном поясе и на борте рифтогенной зоны, а большинство бедных – на борте рифтогенной зоны и в пострифтовой коллизионной зоне. (Рис.5) Следовательно, можно утверждать, что месторождения, богатые литием, следует искать на зеленокаменном поясе. Аналогичную картину можно наблюдать, если проанализировать месторождения лития по особенностям строения вмещающих пород. Заметно, что в сланцеватых вмещающих породах располагаются рядовые и богатые месторождения, а бедные – в породах изоклиальной складчатости и линзовидно-полосчатых.

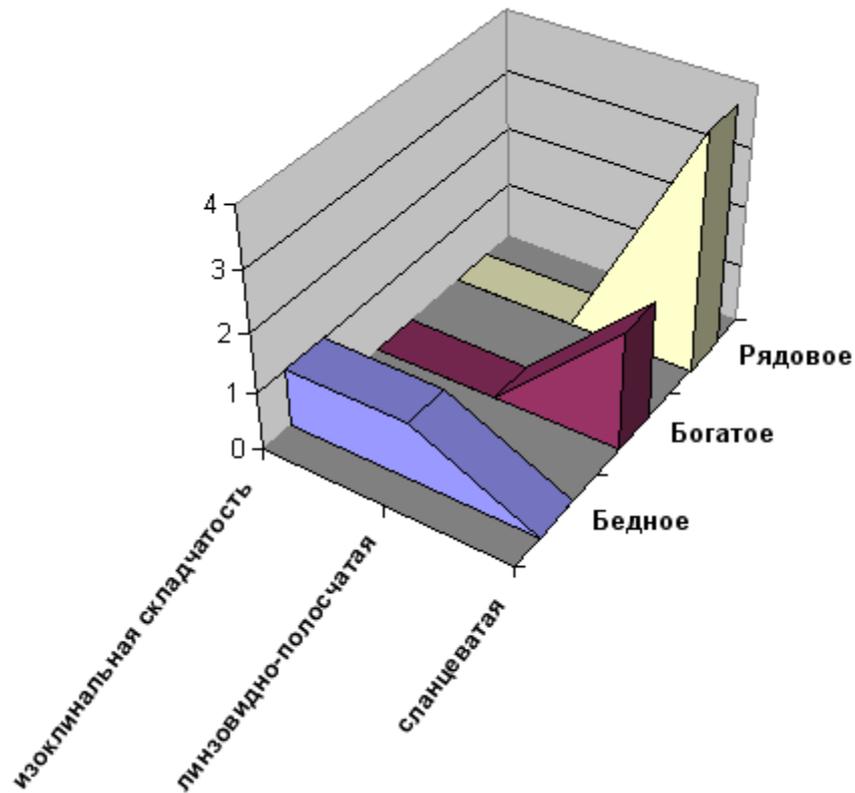


Рис.6. Распределение месторождений Лития по концентрации полезного компонента и особенности строения комплекса вмещающих пород

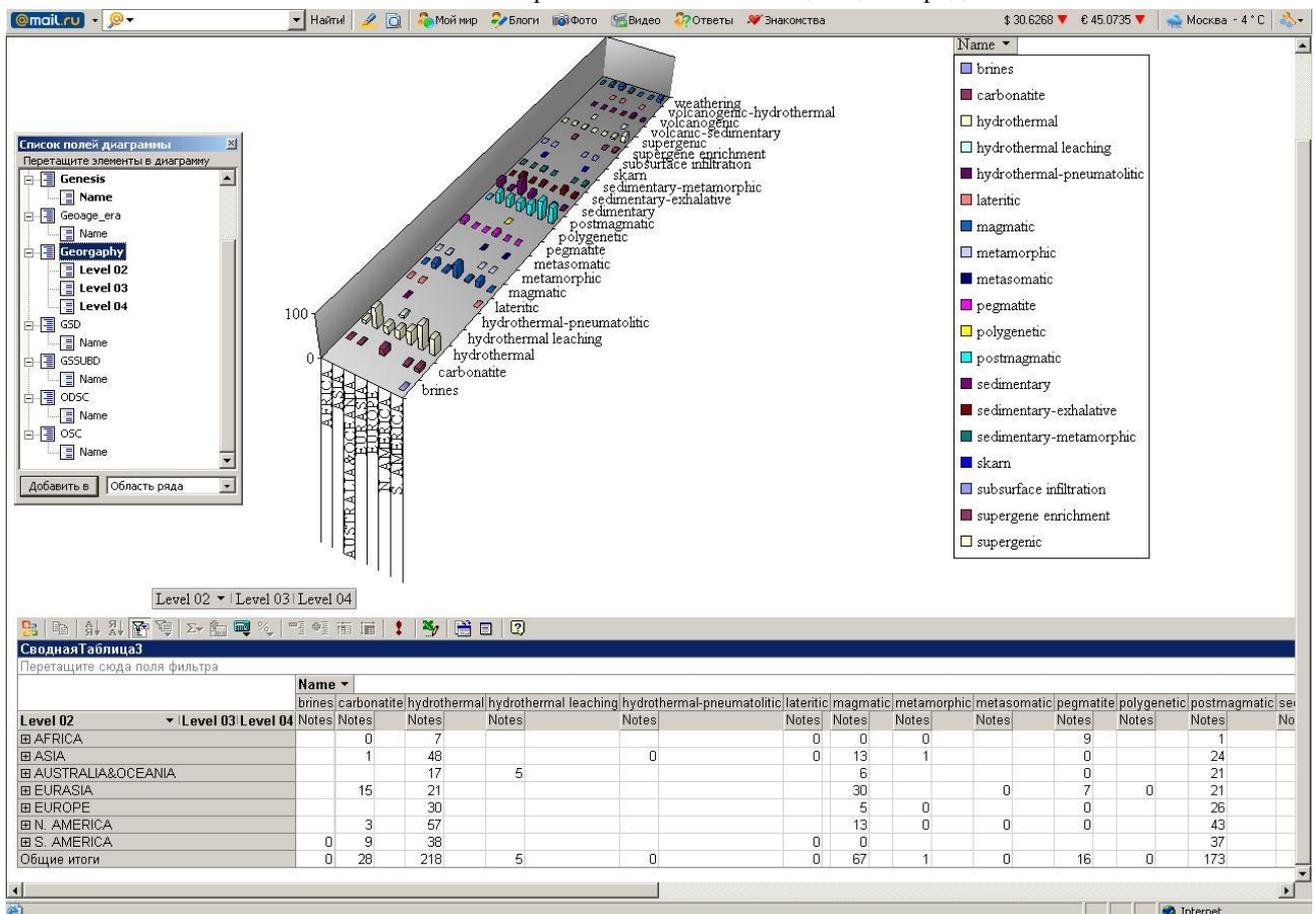


Рис.7. Html приложение для работы с OLAP кубом.

Для удаленной работы с OLAP-кубом создано html-приложение (Рис.7) на основе ActiveX компонент. Ввиду проблем с безопасностью данных приложение обращается не к серверу, а к вынесенному отдельно OLAP-кубу.

Ключевой проблемой при создании и тестировании этой системы является недостаточный объем информации и неполное описание месторождений. Другой проблемой стало некорректное представление исходной информации, не позволявшее проводить анализ. Поэтому после стандартизации библиотек пришлось изменить часть записей, приведя их к стандартному виду и избавившись от лишней информации. При создании единого хранилища данных возник ряд существенных проблем. Так, данные, полученные из разных источников, были размещены на разных языках (английском и русском), что привело к частичному дублированию информации. Для решения данной проблемы был создан отдельный класс «имена», элементами которого являлись названия на разных языках.

### ***Заключение***

Создание OWL-онтологии и структурирование описания месторождения позволило провести качественный анализ месторождений и создать прототип информационной системы. Увеличение объема имеющейся информации значительно увеличит точность анализа.

### ***Литература***

1. *K. Asch, B. Brodaric, J.L. Laxton, F. Robida.* An International Initiative for Data Harmonization in Geology. // 10th EC GI & GIS Workshop, ESDI State of the Art, Warsaw, Poland, 2004.
2. *Т.Ю. Усова, Н.А. Архипова, Е.А. Калиш, М.Ф. Комин, Д.С. Ключарев.* Редкие металлы – сырьевое обеспечение инновационных технологий// ФГУП «ИМГРЭ», Москва
3. *Вершинин А.В., Дьяконов И.А., Ряховский В.М., Шкотин А.В.* Архитектура распределенной геоинформационной среды на основе формальных онтологии пространственных данных и сервисов. «Геоинформатика», №2, 2008.
4. *Некрашевич С.П.* Построение модели онтологии интеллектуальной системы мониторинга учебного процесса дистанционного образования. // Искусственный интеллект, 2009, № 2, С.124-129
5. *Артемьева И.Л., Рештаненко Н.В.* Интеллектуальная система, основанная на многоуровневой онтологии химии. // Программные продукты и системы, 2008, № 1, С. 84-87
6. *Шкундина Р.А.* Интеллектуальная система поддержки принятия решений на основе онтологии в сложных биосистемах. // Прикладная информатика, 2006, С. 98-103
7. <http://shcherbak.net/dist/>
8. *Б.В. Салихов, Б.А. Нейматова.* Генетическая онтология структуры управления интеллектуальным капиталом предприятия. // Управление персоналом, 2008, № 19.