

О ПРИНЦИПАХ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДАННЫХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

© 2012 г. А. А. Авакян, А. А. Ерицян, А. М. Манандян

*Институт геологических наук НАН РА
0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна 24а, Республика Армения
E-mail: avaqyan@geocom.am*

Поступила в редакцию 10.04.2012 г.

В статье описывается разработанная авторами геоинформационная модель рудных месторождений, включающая полный набор картографических и описательных данных, полученных на всех этапах изучения месторождений. Данная модель авторами рассматривается как часть более общей геоинформационной модели геологической среды. На основе модели реализована геоинформационная система (ГИС) рудных месторождений, состоящая из геобазы данных, сопряженных с ней внешних автономных файловых и Access баз данных, а также дополнительных программных приложений в среде ArcGIS.

Модель разработана на примере Марджанского золото-полиметаллического месторождения, однако унифицирована для применения к поисково-съёмочным и геологоразведочным данным произвольного месторождения.

Большое число рудных месторождений Армении изучалось в течение длительного периода времени, в том числе в процессе отработки, а результаты разных этапов изучения хранятся отдельно в нескольких рукописных отчетах и приложениях к ним. По этой причине важной задачей является разработка модели данных рудных месторождений, позволяющей объединить разнородную информацию из всех источников в единое электронное хранилище, состоящее из баз атрибутивных и векторных данных, содержание которого доступно для использования в среде современных прикладных программ и справочных систем. Предлагаемая модель построена по указанному принципу, что позволяет эффективно использовать комплекс разнородных данных в целях изучения и оценки месторождения, а также способов его отработки и экологических последствий.

Значение модели не ограничивается систематизацией, структурированием и повышением эффективности использования данных одного месторождения. Совокупность моделей данных группы месторождений может быть использована для оценки ресурсов металлических полезных ископаемых, а также для прогнозно-металлогенических исследований.

Построение описываемой модели авторы рассматривают как часть более общей и сложной работы – разработки геоинформационной системы геологической среды.

Компанией ESRI для использования в ГИС разработана общая модель геологических данных (GeoScience Data Model), которая требует детализации применительно к отдельным геологическим тематикам (Brodaric, Hastings, 2001; NADM Conceptual Model, 2004; Richard, Craigie et al., 2004). Описанные в данной статье принципы и результаты организации данных

рудных месторождений также служат этой цели, а именно – расширению тематики и детализации моделей геологических данных, совместимых с ESRI ArcGIS (Richard, 2003). При этом важной особенностью модели является возможность как автономного использования БД, так и их интегрирования с ГИС или иной программной средой в зависимости от требований решаемой задачи. Используя указанную особенность модели данных, разработан ГИС проект на основе ArcGIS 9.2, который состоит из геобазы данных и связан с внешними автономными БД, а также дополнительных программных приложений, разработанных на базе компонентов ArcObjects (рис.1). Разработанная ГИС унифицирована для применения к поисково-съемочным и геологоразведочным данным произвольного месторождения.

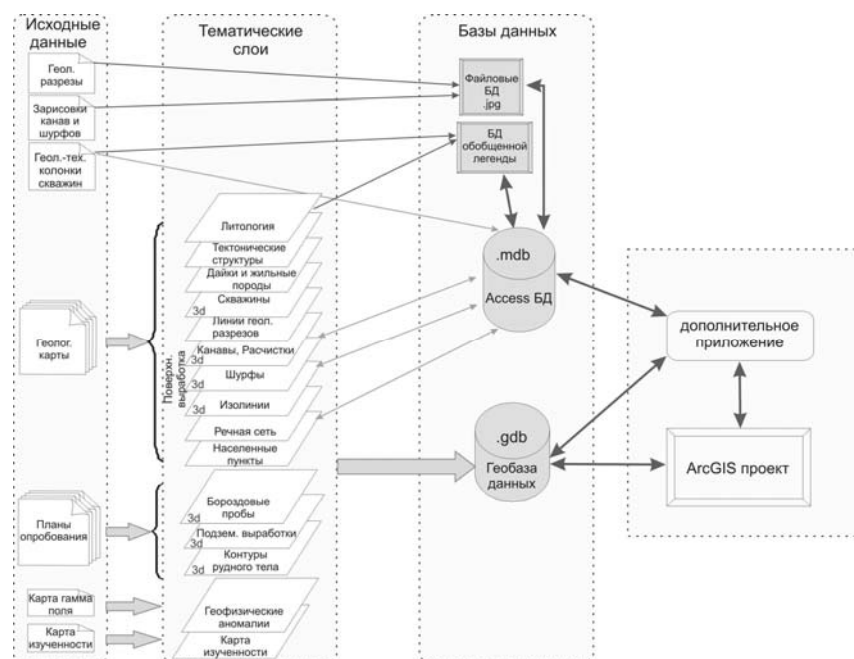


Рис. 1. Схема геоинформационной модели Марджанского месторождения.

Описываемая модель нами построена на примере полной совокупности данных поисковых, поисково-оценочных и разведочных работ, выполненных в течение 1964 – 1999гг. на золото-полиметаллическом месторождении Марджан и участках Мазмазак и Ахпюрнер (Шахбазян Р.Р., Арутюнян М.Х., 1988-1991; Гюрджян Л.А., Элоян Х.В., 1983-1988; Шахбазян Р.Р., 1981-1982; Арутюнян С.А., 1976 -1980; Апресян А., Авакян А., 1964). Совокупная информация включает геологические и геофизические карты, сводный план поверхностных и подземных выработок и скважин, погоризонтные геологические планы с результатами опробования, проек-

ции рудных тел на вертикальную плоскость, геолого-технические колонки скважин, зарисовки поверхностных выработок – шурфов, канав и расчисток.

Вся информация на основе картографических данных и маркшейдерских измерений сведена в единую пространственную систему географических координат, систематизирована по содержанию и в соответствии со своими особенностями распределена в описанные ниже виды баз данных и цифровых карт, составляющих “Геобазу данных” (рис. 1).

Файловая БД составлена из отдельных файлов, каждый из которых представляет графическое изображение одной поверхностной выработки – зарисовку канавы, расчистки или шурфа. Эти же выработки представлены в качестве пространственных объектов цифровых тематических слоев Геобазы данных и определены идентификационными номерами. Каждому графическому файлу присвоено название аналогичное идентификационному номеру изображенного в нем объекта. Таким образом создается физическая связь графических изображений файловой БД с объектами Геобазы данных на электронных картах.

С использованием компонентов ArcObjects, средствами языка программирования VBA создан дополнительный инструмент для нахождения во внешней БД и представления графических изображений по идентификационному номеру объекта, выбранного в ArcGIS.

БД обобщенной легенды карт, планов, разрезов, зарисовок и скважин. Цифровые карты и планы, составляющие Геобазу данных, составлены в разное время, разными авторами и в разном масштабе. По этой причине авторские определения названий пород в легендах различных карт нуждаются в идентификации для исключения разночтения и, в особенности, для однозначной интерпретации названий пород при автоматизированном построении производных карт, разрезов, геологических колонок скважин и другой графики, в которой совмещается информация из разных источников.

Особенно большим разнообразием отличается описание гидротермально измененных пород, содержащих оруденение.

С указанной целью, во-первых, сгруппированы идентичные, но по-разному определенные породы, затем определены названия групп, и каждой группе присвоен формальный код и выбран соответствующий ему условный знак.

Например, разнообразие описаний гидротермально измененных пород сведено к следующим определениям:

- Слабо гидротермально измененные “название породы”
- Гидротермально измененные “название породы”
- Интенсивно гидротермально измененные “название породы”
- Нацело гидротермально измененные породы.

“Название породы” в каждом конкретном случае имеет свой знак в легенде, на который налагается цветом или иным способом знак, соответствующий интенсивности гидротермального изменения.

По такой же схеме строятся условные знаки наложенной пиритизации, окварцевания и оруденения. Идентификационные коды условных знаков используются для автоматизации выбора условных знаков и раскраски электронных карт, созданных на основе БД. Способ идентификации наряду с необходимой формализацией позволяет сохранить авторское описание пород.

БД геолого-технических колонок скважин содержит полную графическую и цифровую информацию одноименного документа, структурированную в соответствии с требованиями реляционных БД.

Вся информация документации скважин сведена в четыре Access таблицы, содержание которых описано ниже.

В таблице “Технические параметры скважины” представлена информация о длине шага (интервала) бурения, выходе керна и диаметре скважины на данной глубине. Каждый интервал представляет одну запись в базе данных, и каждому из них присвоен идентификационный номер, соответствующий номеру скважины.

В таблице “Литология” представлено поинтервальное литологическое описание керна скважины, отметка начала и окончания интервала описания.

В таблице “Общие сведения” представлена проектная и фактическая глубина, азимут и угол наклона скважины.

В таблице “Данные анализов” представлены содержания в пробе Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo, номер и длина пробы, интервал опробования.

С использованием компонентов ArcObjects средствами языка программирования VBA создана программа управления и анализа данных разведочных скважин, которая по данным, автоматически выбранным из перечисленных таблиц и БД обобщенной легенды, строит графическое изображение геолого-технической колонки с описанием пород и выделением рудных интервалов. Литологический разрез графически изображается путем идентификации описания породы в документации скважины с соответствующей породой и условным знаком в БД обобщенной легенды.

Программа работает как в среде ArcGIS, так и автономно.

БД результатов опробования представляет набор Access таблиц, каждая из которых включает данные опробования одного разведочного горизонта. Практически на данном месторождении набор проб одной Access таблицы ограничивается данными одной штольни, однако в некоторых случаях таблица может содержать пробы штрека или иной выработки из штольни. В Access таблице каждой пробе соответствует одна запись – строка следующего содержания: номер рудного тела, номер пробы, географические координаты и абсолютные отметки ее начала и окончания, длина пробы, содержания металлов в пробе.

Несмотря на то, что пробы разных горизонтов, а следовательно и одного рудного тела, записаны в различных Access таблицах, каждая проба идентификационным номером связана со своей записью в атрибутивной таблице ArcGIS, и при необходимости может быть построено трехмерное

изображение распределения концентраций в пределах выбранных рудных тел и выработок.

Базы векторной пространственной информации (Геобазы данных) хранят цифровые геологические и геофизические карты, карту изученности, планы опробования, местоположения поверхностных и подземных выработок, составленные оцифровкой отсканированных бумажных картографических документов в единой системе географических координат. В результате этого совокупность цифровой информации, независимо от ее источника, времени создания и масштаба отдельных документов, совмещена в объеме месторождения.

В Геобазе данных каждая геологическая карта или план опробования по своему содержанию разделены на тематически однородные цифровые слои, каждый из которых представляет один класс объектов. Классы объектов одного плана опробования или одной геологической карты организованы в группы (наборы классов объектов) (Arctur, Zeiler, 2004).

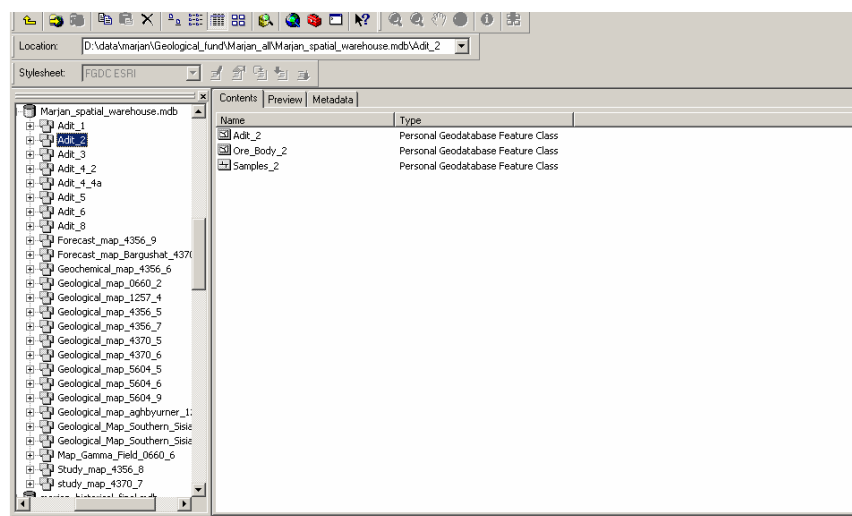


Рис. 2. Содержание набора классов объектов в Геобазе данных.

Планы опробования по своему содержанию разделены на 3 тематических слоя (классы объектов) - бороздовых проб (линейные объекты), контуры рудных тел (полигональные объекты), контуры подземных выработок (полигональные объекты). Всем объектам указанных тематических слоев присваивается значение гипсометрической высоты, посредством чего они организуются как 3D шейп-файлы. В качестве вертикальной координаты была принята высотная отметка устья штольни на каждом горизонте. Создание 3D цифровых слоев позволяет визуализировать в трехмерном пространстве рудные тела, подземные выработки и бороздовые пробы.

Картографический материал по своему содержанию разделен на следующие группы тематических слоев:

- *Геологические карты*, включающие в себя цифровые слои литологии (полигональные объекты), тектоники (линейные объекты), даек и жильных пород (полигональные объекты).

- *Карты подземных, поверхностных выработок и скважин*, включающие цифровые слои буровых скважин (точечные объекты), линий геологических разрезов (линейные объекты), канав и расчисток (линейные объекты) и шурфов (точечные объекты).

- *Карты гамма полей* в геобазе данных представлены одним тематическим слоем геофизических аномалий.

- *Карты изученности* также представлены одним тематическим слоем.

- *Цифровые слои рек, населенных пунктов и изогипс.*

Оцифрованные изогипсы используются для создания трехмерной модели рельефа местности, используемой для объемной визуализации месторождения.

Тематические слои буровых скважин, поверхностных выработок и изогипс также организуются как 3D шейп-файлы. Для каждого объекта по трехмерной модели рельефа вычислено значение высотной отметки.

В целом, оцифровано 26 групп наборов карт (классов), каждый из которых содержит ряд тематических слоев (классов объектов) (рис. 2).

В Геобазе данных каждому набору классов объектов присвоено название, соответствующее номеру отчета в Геологическом фонде, в котором хранится информация.

На основе разработанной модели данных создана ГИС рудных месторождений, состоящая из геобазы данных, дополнительных программных приложений, разработанных на базе компонентов ArcObjects, и сопряженная с внешними автономными файловыми и Access базами данных (рис. 1).

Как указано выше, дополнительные программы расширяют стандартные функции ArcGIS, осуществляя связь объектов геобазы данных с внешними БД, а также их управление, анализ и визуализацию объектов внешних БД.

Совокупность атрибутивной и цифровой картографической информации, разработанной ГИС, может быть экспортирована в AutoCad и таблицы EXCEL, использована в программе DataMine и в других программных приложениях для подсчета запасов, а также как самостоятельные Access БД.

Авторы предлагаемую модель геолого-поисковых и разведочных данных рассматривают также как возможный унифицированный способ организации информации смежных тематических областей геологии и совмещения их в среде ГИС.

ЛИТЕРАТУРА

- Brodaric, B. and Hastings, J.** Evolution of an Object-Oriented, NADM-Based Data Model Prototype for the USGS National Geologic Map Database Project (web page, abstract): Annual Conference of the International Association for Mathematical Geology, IAMG2001, Cancun, Mexico, 2001. <http://www.kgs.ku.edu/Conferences/IAMG/Sessions/I/brodaric.html>.
- North American Geologic Map** Data Model Steering Committee, NADM Conceptual Model 1.0—A conceptual model for geologic map information: U.S. Geological Survey Open-File Report 2004-1334, 2004, 60 p. <http://pubs.usgs.gov/of/2004/1334>.
- Richard, S.M.,** Geologic map database implementation in the ESRI Geodatabase environment. Digital Mapping Techniques '03—Workshop Proceedings, U. S. Geological Survey. Open-File Report 03-471, 2003, p. 169-183. <http://pubs.usgs.gov/of/2003/of03-471/richard2/index.html>.
- Richard, S.M., Craigie, J., Soller, D.R.** Implementing NADM C1 for the National Geologic Map Database. Digital Mapping Techniques '04-Workshop Proceedings, U. S. Geological Survey Open-file Report 2004-1451, 2004, p. 111-144. <http://pubs.usgs.gov/of/2004/1451/pdf/richard.pdf>.
- Arthur D., Zeiler M.** Designing Geodatabases: Case Studies In GIS Data Modeling. ESRI Press, 2004, 250 p.

Рецензент А.С. Караханян

ՄԵՏԱՂԱԿԱՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ԱՇԽԱՐՀԱԳՐԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱՏՎԱԿԱՆ ՄՈՂԵԼԻ ՄԿՋՐՈՒՆՔՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա. Ա. Ավագյան, Հ. Հ. Երիցյան, Հ. Մ. Մանանդյան

Ամփոփում

Մշակվել և ստեղծվել է մետաղական հանքավայրերի տվյալների աշխարհագրական տեղեկատվական մոդել, որը դիտարկվում է որպես ավելի ընդարձակ երկրաբանական միջավայրի տվյալների մոդելի թեմատիկ մաս: Տվյալների մոդելի հիման վրա ArcGIS միջավայրում ստեղծվել է մետաղական հանքավայրերի աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգ (USZ), որը բաղկացած է գեոտվյալների հենքից, նրա հետ կապված արտաքին ֆայլային ու Access տվյալների հենքերից և լրացուցիչ ծրագրային միջոցներից:

Մեկ ընդհանուր տվյալների շտեմարանում գոյություն ունեցող տարբեր աղբյուրների նկարագրական և քարտեզագրական տեղեկատվության համակարգումը հնարավորություն է տալիս գեոինֆորմացիոն մոդելը արդյունավետ կերպով կիրառել հանքավայրերի ուսումնասիրության, պաշարների, ինչպես նաև նրանց շահագործման էկոլոգիական հետևանքների գնահատման նպատակով:

Մոդելը և ԱՏՀ մշակվել են Մարջանի ոսկի-բազմամետաղային հանքավայրի օրինակով, սակայն կիրառելի են կամայական մետաղական հանքավայրի համար:

ON THE PRINCIPLES OF GEOGRAPHIC INFORMATION DATA MODELS FOR METALLIC DEPOSITS

A. Avagyan, H. Yeritsian, H. Manandyan

Abstract

A Geographic Information Data Model has been developed for metallic deposits, which may be viewed as one of the thematic parts of a broader Geological data model. Based on this data model, a Geographic Information System (GIS) for metallic deposits has been developed in ArcGIS environment, which consists of geodatabase, MS Access and file database, as well as additional programs.

Integration of mapping and descriptive information from different sources into a single data warehouse allows for efficient use of the system for exploration of deposits, resource estimation, as well as environmental assessment during and after mining activities.

The model and GIS have been developed on the example of Marjan gold-polymetallic deposit and can be applied for other metallic deposits.