ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2021;(11-1):5—14
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 622:04.043 DOI: 10.25018/0236_1493_2021_111_0_5

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ОБЪЕКТОВ ПОЛЬЗОВАНИЯ НЕДРАМИ

В. Е. Коновалов[1], **А. А. Мурашева**[2]

[1] Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия;
[2] Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация: В настоящее время достаточно остро встают вопросы формирования фондов пространственных данных при управлении территориями, в том числе горнопромышленными территориями. В данной статье рассматриваются общие принципы организации базы данных пространственных объектов пользования недрами, в частности, при добыче полезных ископаемых и их первичной переработки, а также в период после отработки месторождений полезных ископаемых. Большое внимание уделено дополнению стандартного классификатора базовых пространственных объектов, составу и структуре базовых пространственных данных для рассматриваемого набора пространственных данных, а именно набору цифровых описаний компонентов пространственных данных. Разработана структура метаданных базовых пространственных объектов пользования недрами. Определены требования к созданию, обновлению и оценке качества базовых пространственных данных. Сформулированы три основных периода формирования базы пространственных данных для месторождений полезных ископаемых. Они включают стоящие на государственном балансе месторождения полезных ископаемых, предназначенные для использования, разрабатываемые месторождения полезных ископаемых, а также отработанные месторождения полезных ископаемых. При формировании информационной базы данных объектов пользования недрами основная идентификационная информация горнопромышленной территории включает ее пространственно-временные характеристики, данные по месторождению полезных ископаемых, технологические и экологические характеристики горнопромышленного комплекса и смежных территорий, в том числе прошлый накопленный экологический ущерб. При создании информационной базы данных используется даталогическое моделирование. Теоретические исследования применены к конкретной территории — Уральскому горнопромышленному региону, для которой формируется информационная база пространственных данных объектов пользования недрами и получены результаты для территорий, где разработка месторождений полезных ископаемых закончена.

Ключевые слова: базовый пространственный объект, базовые пространственные данные, горнопромышленные территории, месторождение полезных ископаемых, метаданные, объекты пользования недрами, набор цифровых описаний, Уральский регион, даталогическое моделирование.

Для цитирования: *Коновалов В. Е., Мурашева А. А.* Общие принципы организации информационной базы данных объектов пользования недрами // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2021. — № 11-1. — С. 5—14. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_111_0_5.

© В. Е. Коновалов, А. А. Мурашева. 2021

General management concept for information bank on objects of subsoil use

V. E. Konovalov[1], **A. A. Murasheva**[2]

[1] Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia;
[2] State University of Land Planning, Moscow, Russia

Abstract: A challenging problem of today is creation of spatial data banks in the territory management, including mining areas. This article discusses a general concept of management of a spatial data bank on objects of subsoil use, in particular, in mineral mining and processing, as well in the post-mining period. Much attention is paid to replenishment of the standard classifier of spatial objects included in the bank, the contents and structure of spatial data in the considered assembly, namely, in the assembly of digital descriptions of spatial data components. The structure of meta-data on basic spatial objects of subsoil use is developed. The requirements for the creation, updating and quality assessment of basic spatial data are determined. Three main periods are identified in management of spatial data bank for mineral deposits. These include mineral deposits which are on national balance as objects to be used, mineral deposits which are under mined and mined-out mineral deposits. When creating a data bank on objects of subsoil use, the main identification information about a mining area includes spatio-temporal characteristics of the area, data on a mineral deposit, operational and ecological characteristics of mining industry estates and adjacent areas, included the already accumulated ecological deprivation. An information data base is created using data logical modeling. The theoretical research is implemented as a case-study of a specific territory—Ural Mining Region, for which an information data base on spatial objects of subsoil use is created, and some results are obtained for the areas where mineral mining is completed.

Key words: basic special objects, basic spatial data, mining territories, mineral deposit, meta-data, objects of subsoil use, assembly of digital descriptions, Ural Region, data logical modeling.

For citation: Konovalov V. E., Murasheva A. A. General management concept for information bank on objects of subsoil use. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021;(11-1):5—14. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_111_0_5.

Введение

На современном этапе устойчивое развитие территорий, в том числе горнопромышленных, невозможно без использования инфраструктуры пространственных данных. Основой формирования такой инфраструктуры является база пространственных данных, позволяющая достаточно полно и объективно описать местоположение и атрибуты (характеристики) пространственных объектов. Это важно для таких сложных, многокомпонентных и разновозрастных объектов, как объекты пользования недрами, особенно при добыче полезных ископаемых и их первичной переработке. Горнопромышленный комплекс является серьезным источником негативного воздействия на окружающую среду, следовательно, полная, объективная и актуальная характеристика состояния объектов горнопромышленного комплекса и степень их влияния, в том числе после отработки месторождения полезных ископаемых, позволяют найти эффективные решения по управлению горнопромышленными территориями.

Объектом данного научного исследования являются пространственные объекты недропользования, образованные на горнопромышленной территории в процессе добычи полезного иско-

паемого и его первичной переработки. С целью описания особенностей горнопромышленных территорий в различные периоды жизненного цикла месторождений полезных ископаемых создается информационная база данных объектов пользования недрами в результате их комплексного изучения. Такая база данных является важным исходным информационным ресурсом, позволяющим выработать мероприятия для существенного снижения негативного воздействия горного производства на окружающую среду и последующей реабилитации горнопромышленных территорий.

Методы

В работе применен системный подход с использованием абстрактно-логического, аналитического, географического, картографического и ретроспективного методов исследований, а также даталогического моделирования. Работа основывается на результатах полевых наблюдений и анализа большого количества документов, картографического материала, данных дистанционного зондирования Земли.

Описание

Устойчивое развитие горнопромышленных территорий возможно при наличии полной, объективной и актуальной информации о состоянии объектов пользования недрами, расположенными на такой территории [1 — 4].

Информационная база данных объектов пользования недрами, более конкретно — при добыче полезных ископаемых и их первичной переработке, должна создаваться в виде базы пространственных данных [5]. В этом случае авторами предлагается дополнить перечень наборов базовых пространственных объектов набором в виде объектов недропользования. Для данного набора базовых пространственных объектов разрабатывается каталог (классификатор) с учетом рекомендуемого ГОСТ Р 52571-2006 [6].

В свою очередь, в полный набор цифровых описаний [7, 8] компонентов предлагаемых пространственных данных входит:

– идентификатор базовых пространственных объектов, включающих номер субъекта Российской Федерации в перечне субъектов Российской Федерации и номер муниципального образования в перечне муниципальных образований субъекта Российской Федерации, в котором располагается объект недропользования;

– координатные данные, в качестве которых используются географические координаты конкретного месторождения полезных ископаемых, а также координаты горного отвода этого месторождения в системе координат, используемой для ведения Единого государственного реестра недвижимости в субъекте Российской Федерации;

– наименования базовых пространственных объектов, которыми являются наименования объектов недропользования (месторождения полезных ископаемых) [1, 9 — 11];

– описание топологических отношений объектов недропользования с другими базовыми пространственными объектами.

Дополнительным источником информации по местоположению и топологическим отношениям объектов недропользования являются цифровые изображения и модели рельефа [12 — 14]. Периодическое получение информации достигается путем осуществления мониторинга состояния недр на горнопромышленных территориях, что позволяет иметь сведения об изменении их состояния [11].

Таблица 1

Пространственно-временные характеристики горнопромышленных территорий
Spatio-temporal characteristics of mining territories

Вид информации	Содержание информации
Информация об административной принадлежности	– субъект Российской Федерации, где расположен объект; – муниципальное образование, где расположен объект; – населенный пункт, где расположен объект, или вблизи него.
Информация о географическом местоположении	– центр горнопромышленной территории; – описание границы горнопромышленной территории; – географические координаты центра горнопромышленной территории и, при необходимости, прямоугольные координаты характерных точек границы горнопромышленной территории.
Информация о временной протяженности	– год постановки месторождения на государственный баланс; – год начала разработки месторождения; – год окончания разработки месторождения; – состояние местности (горнопромышленной территории), дата съемки объекта.
Информация о высотной протяженности	– минимальное значение высоты объекта; – максимальное значение высоты объекта.

Центральным местом формирования информационной базы пространственных данных являются метаданные, т.е. описание структуры хранимой информации, которая и является ядром любой базы данных [15]. Особенностью описываемых базовых пространственных объектов (объектов недропользования) являются пакеты (таблицы), определяющие характеристики предназначенных к разработке, разрабатываемых, либо отработанных месторождений полезных ископаемых. Главными являются пакеты (таблицы), включающие следующую идентификационную информацию:

– пространственно-временные характеристики горнопромышленных территорий;

– геологические характеристики месторождений полезных ископаемых;

– технологические характеристики разрабатываемых месторождений полезных ископаемых;

– экологические характеристики горнопромышленных территорий, в том числе прошлый накопленный экологический ущерб;

– реабилитационные характеристики горнопромышленных территорий.

Ниже приведен фрагмент пакета метаданных «Пространственно-временные характеристики горнопромышленных территорий» (табл. 1).

В соответствии с вышеизложенным с целью создания информационной базы данных используется даталогическое моделирование с применением реляционной модели данных — СУБД Access. В этом случае в реляционной модели организации данных объекты-сущности представляются в виде таблиц (геологических характеристик месторождений полезных ископаемых, технологических и экологические характеристик горнопромышленных территорий и др.) с ключевыми полями, позволяющими установить связи между таблицами. При этом достигается цель нормализации базы данных — устранение избыточности и дублирования информации. Получение определенной информации из базы данных осуществляется в виде запросов. Пример выборки, полученной в результате

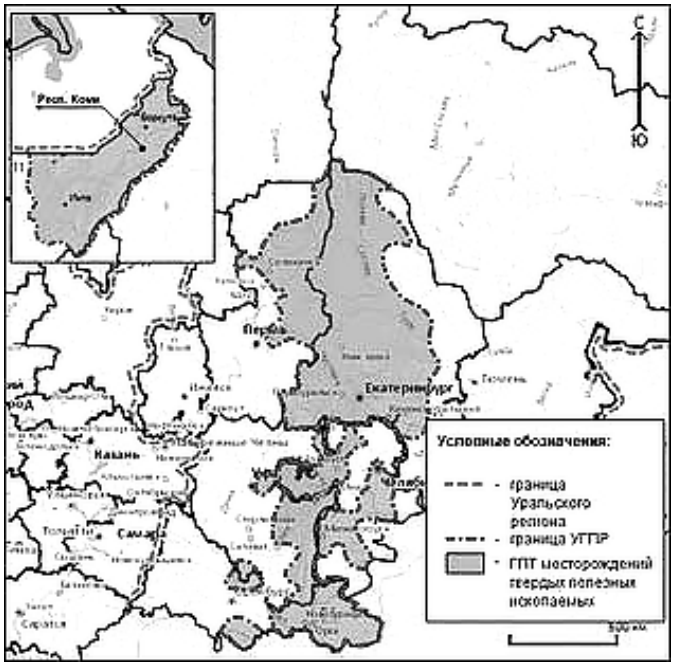

Рис. 1. Территория Уральского горнопромышленного региона (УГПР) (месторождения твердых полезных ископаемых), площадь УГПР — 29655,1 тыс. га (11% площади Уральского региона)
Fig. 1. Territory of the Ural Mining Region (UMR) (solid mineral deposits), UMR area is 29655.1 thousand hectares (11% of the Ural Region)

Рис. 2. Космический снимок расположения горнопромышленной территории Курманского месторождения гранито-гнейсов: 1 — карьер, *2 —* отвалы, *3 —* дробильный комплекс
*Fig. 2. Satellite image of Kurmanka gnessoid granite mining area: 1—*open pit mine; *2—*dumps; *3—*crushing facilities

Таблица 2

Характеристики горнопромышленных территорий
Characteristics of mining territories

Наименование МПИ	Геология МПИ	Административная принадлежность			Географические координаты центра ГПТ		Площадь ГПТ, км^2	Описание положения ГПТ	Период разработки МПИ, год		Состояние ГПТ
		субъект РФ	мун. образование	населенный пункт	широта, град	долгота, град			начало	конец	
Курманское	м-ние гранито-гнейсов	Свердловская область	ГО Заречный	п. Курманка	56,767	61,296	1,75	восточная окраина п. Курманка	1939	разрабатывается	карьер, отвалы, дробильный комплекс
Дегтярское	м-ние серного колчедана	Свердловская область	ГО Дегтярск	г. Дегтярск	56,708	60,098	19	центр г. Дегтярска	1914	2010	карьеры, терриконы, затопленные территории, провалы

работы запроса для определенных горнопромышленных территорий, представлен в табл. 2. Процедуры пополнения, уточнения и корректировки информационной базы данных организованы с помощью создания форм отображения данных в СУБД Access.

Результаты

Изучим применение приведенных выше рассуждений для Уральского горнопромышленного региона.

Рассматриваемая территория — Уральский регион — располагается на стыке Европы и Азии и захватывает: горную страну — Урал, а также части Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин. Общая площадь региона составляет 270421,7 тыс. га или 16,1% территории Российской Федерации. На территории Уральского региона размещается Уральский горнопромышленный регион, включающий расположенные в нем горнопромышленные территории с месторождениями твердых полезных ископаемых (рис. 1).

На рис. 2 представлена горнопромышленная территория Курманского месторождения гранито-гнейсов.

В табл. 2 представлен пример выборки по запросу характеристик горнопромышленных территорий (ГПТ) разрабатываемых и отработанных месторождений полезных ископаемых (МПИ).

Аналогичные исследования проводились в других регионах, но с другими целями [16, 17] и также привели к положительным результатам.

Обсуждение результатов

Результаты исследований могут быть использованы при создании и ведении следующих информационных систем:

– государственного реестра объектов накопленного вреда окружающей среде;

– государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды;

– государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации;

– государственной информационной системы обеспечения градостроительной деятельности;

– фонда геологической информации субъектов Российской Федерации;

– регионального фонда пространственных данных.

Предложения

Первые полученные результаты показывают перспективность формирования информационной базы пространственных данных объектов недропользования для каждого субъекта Российской Федерации Уральского горнопромышленного региона и необходимость расширения исследований на территории разрабатываемых месторождений полезных ископаемых иного вида (торф, нефтегазовые, подземных вод и др.), а также и на нераспределенный фонд недр.

Заключение

При формировании информационной базы пространственных данных объектов пользования недрами учтены все особенности определения местоположения базовых пространственных объектов, образующихся при добыче полезных ископаемых и их первичной переработке, разработана структура пакетов метаданных, определены требования к созданию, обновлению и оценке качества базовых пространственных данных. Сформулированы три основных периода формирования базы пространственных данных для месторождений полезных ископаемых. С целью организации информационной базы данных применено датало-гическое моделирование. Предложена конкретная территория — Уральский гор-

нопромышленный регион, для которой формируется информационная база пространственных данных объектов недропользования, и получены результаты для территорий, где разработка месторождений полезных ископаемых закончена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Kretschmann J and Melchers C* (Ed.) 2016 Done for good — challenges of post-mining (TH Georg Agricola University) p 173 Bochum (Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum, 212).
2. *Card, Matthew and Hasterok, Derrick and Halpin, Jacqueline* 2019 Global whole-rock geochemical database compilation Earth System Science Data. 11. Pp 1553—1566. DOI: 10.5194/essd-11—1553—2019.
3. *Коновалов В. Е.* Технологические объекты горнопромышленного комплекса как объекты государственного учета. // Изв. Вузов. Горный журнал. — 2012. — №4. — С.31 — 36.
4. *Konovalov V.*, *Yershova T.*, *Bedrina S.* Mining and hydraulic engineering structures as commercialized facilities 06003 Published online: 08 July 2020 DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017706003.
5. *Шекхар Шаши, Чаула Санжей.* Основы пространственных баз данных. — М.: Кудиц-образ, 2004. — 336 с.
6. Стандарт национальный. ГОСТ Р 52571—2006. Географические информационные системы. Совместимость пространственных данных. Общие требования [Электронный ресурс]: утв. Приказом Росстандарта от 28.09.2006 № 214-ст. Режим доступа: http: // standartgost.ru (дата обращения 09.11.2019).
7. Datta, Jaydip DATA STRUCTURE & MANAGEMENT SYSTEM. AN INTEGRATED APPROACH 2019 p 64 DOI: 10.3219/osf.io/ubk.64.
8. *Матчин В. Т.* Состояние и развитие инфраструктуры пространственных данных // Образовательные ресурсы и технологии. — 2015. — №1(9). — С. 137—144.
9. *Tsvetkov V.* Ya., *Matchin V. T.* Information Conversion into Resources // European Journal of Technology and Design. 2014.Vol. 4. no 2. pp. 92—104.
10. *Мурашева А. А.*, *Коновалов В. Е.*, *Лепехин П. А.* Концепция создания системы управления землепользованием предприятий горнопромышленного комплекса в современных условиях // Изв. вузов. Горный журнал. — 2013. — № 7. — С.23 — 28.
11. *Коновалов В. Е.*, *Колчина М. Е.*, *Тетерюков Е. В.* Концептуальный подход к использованию ГИС-технологий при осуществлении мониторинга горнопромышленных ландшафтов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. — 2015. — № 1. — С. 40 — 44.
12. *Wu, H & Fu, K* (2020) A management of remote sensing big data base on standard metadata file and data base management system International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-3/W10. Pp 653—657. DOI: 10.5194/isprs-arhives-XLII-3-W10—653—2020.
13. *Li, Wei and Zlatanova, Sisi and Diakite, Abdoulaye and Aleksandrov, Mitko and Yan, Jinjin* (2020) Towards Integrating Heterogeneous Data: A Spatial DBMS Solution from a CRC-LCL Project in Australia ISPRS International Journal of Geo-Information 9 h 63. DOI: 10.3390/ijgi9020063.
14. *Ротанова И. Н.*, *Кошкарев А. В.*, *Медведев А. А.* Использование материалов дистанционного зондирования Земли для цифрового моделирования рельефа в составе региональных инфраструктур пространственных данных // Вычислительные технологии. — 2014. — том 19, № 3. — С. 38—47.
15. ISO 19115:2003 «Geographic information — Metadata».

16. *Рутников Г. М.*, *Федоров Р. И.*, *Хмельнов А. Е.*, *Гаченко А. С.*, *Фереферов Е. С.* Интеграционный подход создания рациональной инфраструктуры пространственных данных // Вестник Бурятского государственного университета. Математика, информатика. — 2015.- №3 — С. 34—48.

17. *Ротанова И. Н.* Разработка элементов региональной инфраструктуры пространственных данных на примере Алтайского края [Электронный ресурс] //[2013] http://ciberleninka.ru (дата обращения: 16.11.2019). ГИАБ

REFERENCES

1. Kretschmann J and Melchers C (Ed.) 2016 Done for good challenges of post-mining (TH Georg Agricola University) 173 p Bochum (Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum, 212).

2. Card, Matthew and Hasterok, Derrick and Halpin, Jacqueline 2019 Global whole-rock geochemical database compilation Earth System Science Data. 11. Pp 1553—1566. DOI: 10.5194/essd-11—1553—2019.

3. Konovalov V. E. "Technological objects of the mining complex as objects of state registration". *Izv. Vuzov. Gornyj zhurnal*, URSMU, 2012, no. 4, pp. 31—36. [In Russ]

4. *GOST R 53339—2009*. «Framework data. General requirements». [In Russ]

5. Shekhar Shashi, Chaula Sanjay. Fundamentals of spatial databases. M. Kudits-obras, 2004. 336 p.

6. *GOST R 52571—2006* «Geographical information systems. Spatial data compatibility. General requirements».

7. Datta, Jaydip DATA STRUCTURE & MANAGEMENT SYSTEM. AN INTEGRATED APPROACH 2019 p 64 DOI: 10.3219/osf.io/ubk.64.

8. Matchin V. T. State and development of spatial data infrastructure. Educational resources and technologies. 2015. no.1(9), pp. 137—144. [In Russ]

9. Tsvetkov V. Ya., Matchin V. T. Information Conversion into Resources. *European Journal of Technology and Design*. 2014.Vol. 4. no. 2. pp. 92—104.

10. Konovalov V. E., Muracheva A. A., Lepekhin P. A. "The concept of creating a land use management system for mining enterprises in modern conditions". *Gornyj zhurnal*, URSMU, 2013, no. 7, pp.23—28. [In Russ]

11. Konovalov V. E., Kolchina M. E., Teterukov E. V. A conceptual approach to the use of GIS technologies in monitoring mining landscapes. Land Management, Cadastre and Monitoring. 2015, no.1, pp. 40—44. [In Russ]

12. Wu, H & Fu, K (2020) A management of remote sensing big data base on standard metadata file and data base management system International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-3/W10. Pp 653—657. DOI: 10.5194/isprs-arhives-XLII-3-W10—653—2020.

13. Li, Wei and Zlatanova, Sisi and Diakite, Abdoulaye and Aleksandrov, Mitko and Yan, Jinjin (2020) Towards Integrating Heterogeneous Data: A Spatial DBMS Solution from a CRC-LCL Project in Australia ISPRS International Journal of Geo-Information 9 h 63. DOI: 10.3390/ijgi9020063.

14. Rotanova I. N., Koshkarev A. V., Medvedev A. A. Use of earth remote sensing materials for digital terrain modeling as part of regional spatial data infrastructures. *Vychislitel'nye tekhnologii*. 2014. Vol. 19, no 3. pp. 38—47. [In Russ]

15. ISO 19115:2003 «Geographic information Metadata».

16. Rutnikov G. M., Fedorov R. I., Khmelnov A. E., Gachenko A. S., Fereferov E. S. Integration approach for creating a rational spatial data infrastructure. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Matematika, informatika*. 2015, no. 3. pp. 34—48. [In Russ]

17. Rotanova I. N. Development of regional spatial data infrastructure elements on the example of the Altai territory. [2013] http://ciberleninka.ru. [In Russ]

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Коновалов Владимир Ефимович — канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры геодезии и кадастров, Уральский государственный горный университет, 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, e-mail: vek-1951@mail.ru;
Мурашева Алла Андреевна — докт. экон. наук, профессор, зав. кафедрой экономики недвижимости, Государственный университет по землеустройству, 105064, г. Москва, ул. Казакова, 15.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Konovalov V. E., Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor at the Geodesy and Land Register Department, E-mail: vek-1951@mail.ru, Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia;
Murasheva A. A., Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Real Estate Economics Department, State University of Land Planning, Moscow, Russia

Получена редакцией 25.05.2021; получена после рецензии 01.09.2021; принята к печати 10.10.2021.
Received by the editors 25.05.2021; received after the review 01.09.2021; accepted for printing 10.10.2021.