

В. С. Дадыкин, О. В. Дадыкина

Методические аспекты формирования онтологической модели воспроизводства минерально-сырьевых активов

БГТУ, г. Брянск, Россия

Аннотация. Проблематика воспроизводства минерально-сырьевых ресурсов в настоящее время не теряет своей актуальности. В то же время объем финансирования в части воспроизводства отдельных видов твердых полезных ископаемых, общераспространенные полезные ископаемые, подземных вод, не всегда позволяет выполнять соответствующие поисковые и разведочные работы в необходимом объеме. В этом смысле весьма значительный ресурс для информационного обеспечения процесса недропользования представляют собой уже имеющиеся отчеты, протоколы, обзорные документы по состоянию минерально-сырьевой базы отдельного региона и на государственном уровне. Значительное количество таких информационных ресурсов, их разрозненность в части форматов данных, архитектуры, особенностей изложения практически не позволяет выполнять ручной анализ и выборку необходимой информации. В таких условиях альтернативным вариантом является использование автоматизированных средств для работы с геолого-экономической информацией. Достаточно распространенным инструментом для решения поставленной задачи, но в иных предметных областях, является использование механизма онтологического инжиниринга. Онтология позволяет обнаруживать скрытые зависимости и взаимосвязи элементов при наличии подробного описания уже имеющихся фактов на основе правил дескрипционной логики. Цель данной работы – изучить отдельные методические аспекты формирования онтологической модели применительно к процессу воспроизводства минерально-сырьевых активов.

Ключевые слова: инструментарий онтологий, Protégé, минерально-сырьевой комплекс.

V. S. Dadykin, O. V. Dadykina

Methodological Aspects of Forming an Ontological Model of Reproducing Mineral Resources Assets

BGTU, Bryansk, Russia

Abstract. The problems of reproduction of mineral resources currently remains relevant. At the same time, the amount of financing in terms of reproduction of certain types of solid minerals, common minerals, groundwater, does not always allow performing the appropriate prospecting and exploration work in the required volume. In this sense, a very significant resource for information support of the subsoil use process is already available reports, protocols, review documents on the state of the mineral resource base of a particular region and at the state level. A significant number of such information resources, their disparity in terms of data formats, architecture, and presentation features practically does not allow manual analysis and selection of the necessary information. In such conditions, an alternative option is the use of automated tools for working with geological and economic information. A fairly common tool for solving the task, however, in other subject areas, is the use of the mechanism of ontological engineering. The ontology allows detecting hidden dependencies and relationships of elements in the presence of a detailed description of existing facts based on the rules of descriptive logic. The purpose of this work is to study certain methodological aspects of forming an ontological model in relation to the process of reproducing mineral assets.

Keywords: ontology tools, Protégé, mineral resources industry.

Введение

Воспроизводство минерально-сырьевых активов в настоящее время представляет собой важную задачу как для отдельных регионов, преимущественно обладающих запасами

минерального сырья федерального значения, так и для государства в целом. Стоит отметить, что за время функционирования фондов геологической информации был накоплен достаточно большой объем геологических отчетов, паспортов государственного кадастра месторождений, учетных карточек буровых скважин, протоколов утверждения запасов, балансов запасов и другой геологической документации.

Чтобы эффективно использовать накопленные массивы геологической документации, ранее разрабатывались отраслевые базы и банки данных, к которым относятся следующие наиболее широко распространенные программные продукты:

- государственный банк цифровой геологической информации;
- единая информационная система недропользования;
- национальный банк цифровой геологической информации.

К задачам, которые необходимо было решить по проекту «Государственный банк цифровой геологической информации», относились:

- 1) сбор, учет, накопление, защита и использование цифровой геологической информации о недрах и недропользовании в России;
- 2) подготовка информационно-аналитических материалов для органов государственного управления [2];
- 3) организация доступа недропользователей и других потребителей геологической информации к данным для их обработки и использования по установленному регламенту на основе современных информационных технологий [1, с. 359].

В результате была разработана программная платформа, которая позволила сформировать и вести банк цифровой геологической информации на единой программной, технической, информационно-технологической и нормативно-правовой основе [3].

Помимо создания государственного банка цифровой геологической информации, проводились работы по формированию межотраслевой единой информационной системы недропользования с целью повышения эффективности государственного управления недропользованием и улучшения информационного взаимодействия между геологическими организациями [5, 6]. В результате была выработана согласованная политика в области применения программно-технических средств архивации первичных данных и фондовых отчетных материалов, унификации предоставления информации, разработки нормативно-правовых документов для упорядочения формирования и использования его информационных ресурсов участниками и пользователями системы.

Достичь выполнения всех поставленных задач в рамках данных проектов не удалось. Однако положительный опыт создания государственного банка цифровой геологической информации удалось использовать для создания национального банка цифровой геологической информации [4, 7]. В данном случае использовался положительный зарубежный опыт государственно-частного партнерства для пополнения банка негосударственными геологическими информационными ресурсами [8].

В настоящее время основной упор в разработке информационной системы для решения задач недропользования делается на разработку унифицированной системы хранения данных. Реализовать подобную систему возможно при использовании единой онтологической модели, определяющей иерархию понятий, их взаимосвязи и выводы на основе правил дескрипционной логики.

Структура модели воспроизводства минерально-сырьевых активов (МСА)

Принципиальная модель воспроизводства МСА исходит из того, что динамика системы использования и развития МСА определяется взаимодействием горнодобычных работ, сокращающих известные запасы, и геологоразведочных работ, которые выявляют новые

месторождения (запасы). Потребление минерального сырья и продуктов его переработки формирует спрос на добычу соответствующих полезных ископаемых, которая обеспечивается погашением эквивалентной массы запасов (рис. 1). Вышеназванная модель состоит из 4 этапов:

- 1) анализ обеспеченности горнодобывающих предприятий;
- 2) расчет дефицита запасов (по вариантам);
- 3) анализ вариантов восполнения дефицита;
- 4) расчет затрат по стадиям геологоразведочных работ.

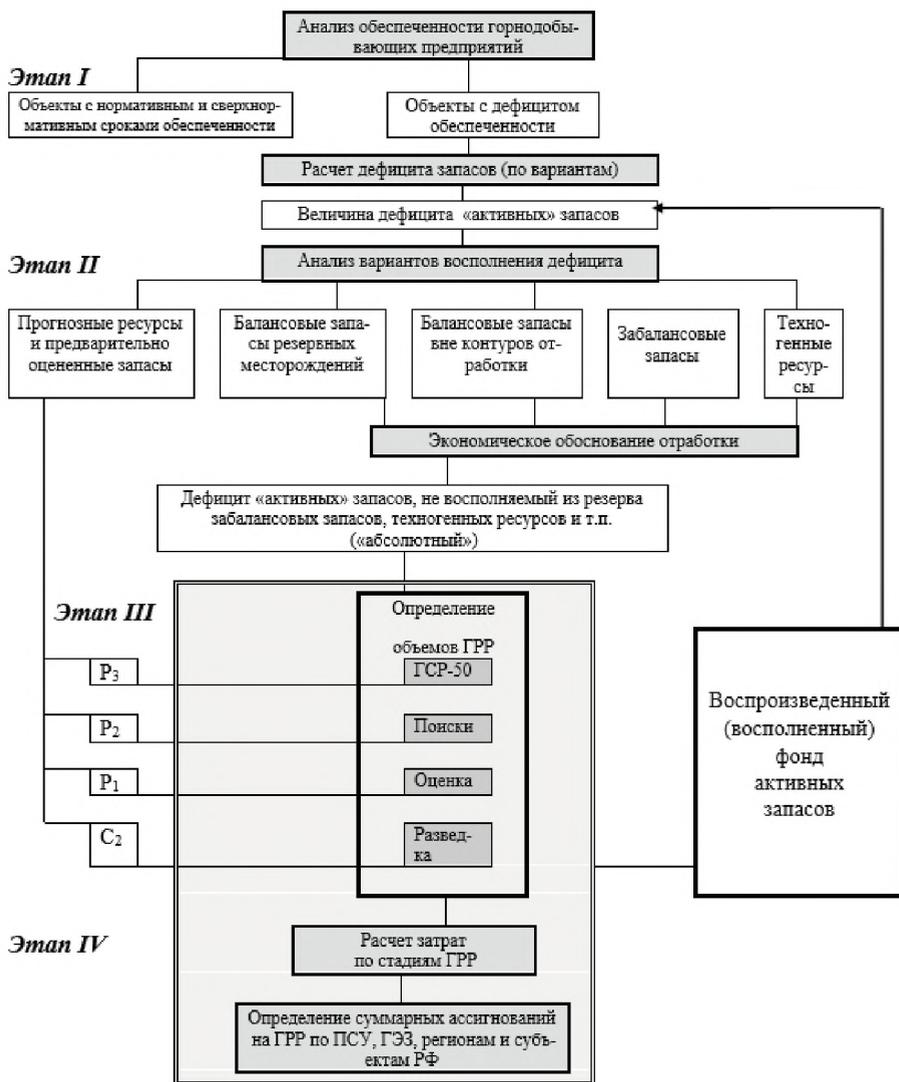


Рис. 1. Принципиальная модель воспроизводства МСА

Задача данной модели – для промышленно-сырьевых узлов (ПСУ), горнопромышленных зон (ГЭЗ), геолого-экономических районов (ГЭР) определять наиболее перспективные варианты восполнения дефицита выбывающих запасов. Выполнять данную работу в ручном режиме весьма затруднительно ввиду наличия большого количества геологических информационных ресурсов, поэтому необходимо разработать экспертную систему – базу

знаний, которая позволит на основе онтологической модели определять наиболее рациональные варианты размещения средств на геологоразведочные работы.

Структура онтологической модели

В работе онтологический подход предполагает создание базы знаний. Пример такой структуры показан на рис .2.

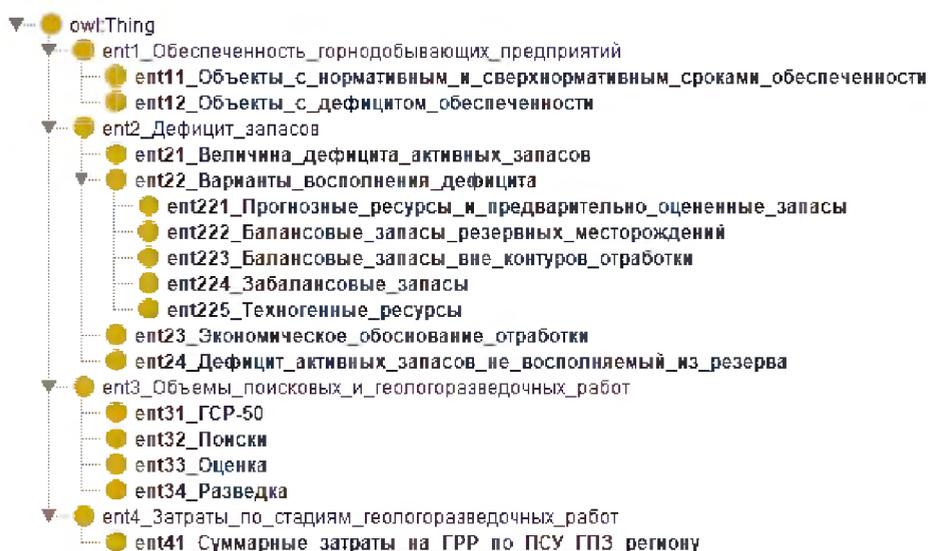


Рис. 2. Список сущностей в составе онтологической модели

В качестве примера реализации данной модели был рассмотрен блок анализа обеспеченности горнодобывающих предприятий продукцией геологоразведочного производства. Список выявленных экземпляров для показателей блока №1 показан на рисунке 3.

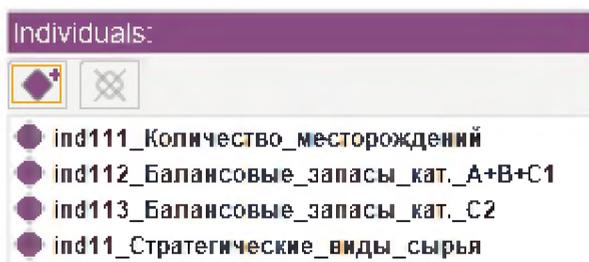


Рис. 3. Примеры экземпляров показателей для каждой из сущностей

Для обеспечения связности модели были сформулированы правила на языке дескрипционной логики OWL:

prop_ent2_расчет_дефицита_запасов Domain ent24_Дефицит_активных_запасов_не_восполняемый_из_резерва

ObjectProperty: prop_ent2_расчет_дефицита_запасов

prop_ent2_расчет_дефицита_запасов Domain ent22_Варианты_восполнения_дефицита

prop_ent2_расчет_дефицита_запасов SubPropertyOf: owl:topObjectProperty

prop_ent2_расчет_дефицита_запасов Domain ent23_Экономическое_обоснование_отработки

prop_ent2_расчет_дефицита_запасов Range ent2_Дефицит_запасов

prop_ent2_расчет_дефицита_запасов Domain ent21_Величина_дефицита_активных_запасов.

Примеры свойств-отношений между сущностями онтологической модели показан на рисунке 4.

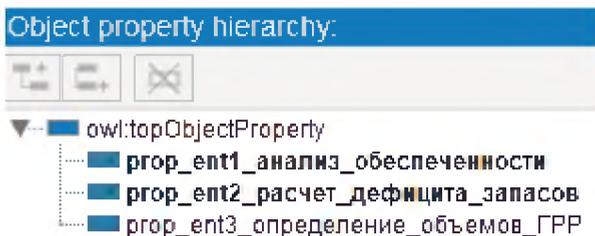


Рис. 4. Примеры свойств-отношений между сущностями

Для связывания объектов расчета дефицита запасов в онтологической модели используется следующий синтаксис:

ObjectProperty: prop_ent1_анализ_обеспеченности

prop_ent1_анализ_обеспеченности Range ent1_Обеспеченность_горнодобывающих_предприятий

prop_ent1_анализ_обеспеченности Domain ent11_Объекты_с_нормативным_и_сверхнормативным_сроками_обеспеченности

prop_ent1_анализ_обеспеченности Domain ent12_Объекты_с_дефицитом_обеспеченности.

Итоговый онтограф для первого блока показателей показан на рисунке 5.

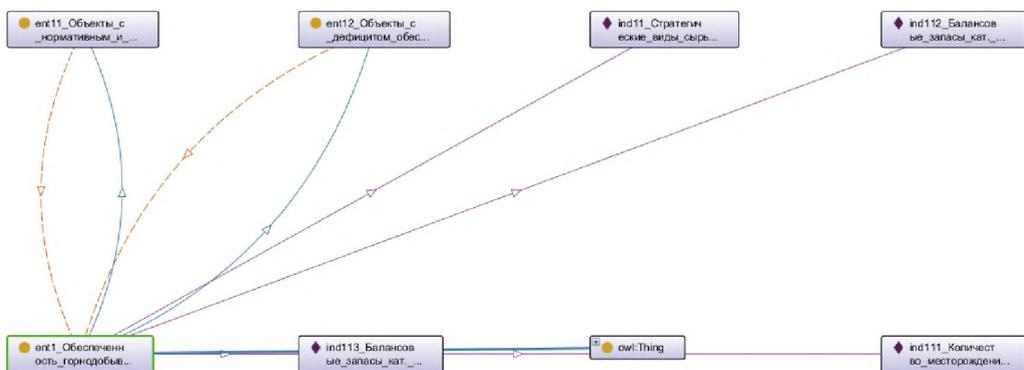


Рис. 5. Онтограф по сущности «Обеспеченность горнодобывающих предприятий с подчиненными подклассами»

В полученной онтологической модели были определены базовые (корневые) классы и подклассы. Каждый из подклассов представлен экземплярами, в качестве которых указаны показатели, необходимые для расчета количественных характеристик объекта. Интегральная оценка показателей в составе онтологической модели позволит сформировать перечень мероприятий, направленных на проведение мероприятий по воспроизводству минерально-сырьевых активов, т.к. посредством расчета по модели будут обозначены показатели, имеющие низкую оценку или не позволяющие провести расчет в полном объеме.

Заключение

Онтологическая модель и созданная на ее основе база знаний обладают научной новизной в части применения онтологического инжиниринга к построению модели воспроизводства минерально-сырьевых активов.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования онтологической модели для автоматизации расчетов технико-экономического обоснования месторождений как необходимой части государственного утверждения запасов для постановки их на госбаланс. Стоимость данных работ варьируется в зависимости от геолого-технической сложности объектов (участков) недр и наличия достаточного уровня изученности территории. Разрабатываемая в рамках проекта онтологическая модель позволит в автоматическом режиме анализировать геолого-экономические условия и геолого-технические параметры объектов, по аналогии с уже действующими месторождениями.

Литература

1. Справочник (пособие) руководителя геологической организации (предприятия) в двух томах. Том 2. – Москва : «Центр полиграфических услуг «Радуга»», 2017. – 672 с.
2. Evnine, Simon. (2011). Constitution and Composition: Three Approaches to their Relation. *Protosociology*. 27. 10.5840/protosociology20112712.
3. Garcia, Luan & Abel, Mara & Perrin, Michel & Alvarengarenata, Renata. (2019). The geocore ontology: A core ontology for general use in Geology. *Computers & Geosciences*. 135. 10.1016/j.cageo.2019.104387.
4. Guarino, Nicola & Welty, Christopher. (2002). Evaluating ontological decisions with ontoclean. *Communications of the ACM*. 45. 61-65.
5. Zhong, Jian & Aydina, Atilla & Mcguinness, Deborah. (2009). Ontology of fractures. *Journal of Structural Geology – J STRUCT GEOL*. 31. 251-259. 10.1016/j.jsg.2009.01.008.
6. Геолого-экономическое районирование в управлении фондом недр и геологоразведочной промышленностью / Р. Р. Ноговицын, О. Н. Федонин, В. С. Дадькин, В. М. Сканцев. – Брянск : Общество с ограниченной ответственностью «Новый проект», 2018. – 304 с. – ISBN 978-5-6041705-9-5.
7. Дадькин, В. С. Снижение воспроизводства минерально-сырьевой базы как угроза экономической безопасности / В. С. Дадькин, О. В. Дадькина // Социально-экономические и гуманитарные исследования: проблемы, тенденции и перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, Брянск, 27–28 апреля 2016 года. – Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2016. – С. 24-27.
8. Дадькин, В. С. Формирование геолого-экономического мониторинга в системе управления фондом недр : специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности)» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Дадькин Валерий Сергеевич. – Брянск, 2013. – 24 с.

References

1. Spravochnik (posobie) rukovoditel'ja geologicheskoy organizacii (predpriyatija) v dvuh tomah / Tom 2. – Moskva: «Centr poligraficheskikh uslug «Raduga»», 2017. – 672 s.
2. Evnine, Simon. (2011). Constitution and Composition: Three Approaches to their Relation. *Protosociology*. 27. 10.5840/protosociology20112712.
3. Garcia, Luan & Abel, Mara & Perrin, Michel & Alvarengarenata, Renata. (2019). The geocore ontology: A core ontology for general use in Geology. *Computers & Geosciences*. 135. 10.1016/j.cageo.2019.104387.
4. Guarino, Nicola & Welty, Christopher. (2002). Evaluating ontological decisions with ontoclean. *Communications of the ACM*. 45. 61-65.
5. Zhong, Jian & Aydina, Atilla & Mcguinness, Deborah. (2009). Ontology of fractures. *Journal of Structural Geology – J STRUCT GEOL*. 31. 251-259. 10.1016/j.jsg.2009.01.008.
6. Geologo-jekonomicheskoe rajonirovanie v upravlenii fondom neдр i geologorazvedochnoj promyshlennost'ju / R. R. Nogovicyn, O. N. Fedonin, V. S. Dadykin, V. M. Skancev. – Brjansk : Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju «Novyj projekt», 2018. – 304 s. – ISBN 978-5-6041705-9-5.

7. Dadykin, V. S. Snizhenie vosproizvodstva mineral'no-syr'evoy bazy kak ugroza jekonomicheskoy bezopasnosti / V. S. Dadykin, O. V. Dadykina // Social'no-jekonomicheskie i gumanitarnye issledovanija: problemy, tendencii i perspektivy razvitija : Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Brjansk, 27–28 aprelja 2016 goda. – Brjansk: Brjanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2016. – S. 24-27.

8. Dadykin, V. S. Formirovanie geologo-jekonomicheskogo monitoringa v sisteme upravlenija fondom neдр : special'nost' 08.00.05 "Jekonomika i upravlenie narodnym hozjajstvom (po otrasljam i sferam dejatel'nosti)" : avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata jekonomicheskikh nauk / Dadykin Valerij Sergeevich. – Brjansk, 2013. – 24 s.

ДАДЫКИН Валерий Сергеевич – д. экон. н., декан ФОЦЭ, профессор кафедры «Цифровая экономика», Брянский государственный технический университет.

E-mail: dadykin88@bk.ru

DADYKIN Valery Sergeevich – Doctor of Economic Sciences, Dean of the FCE, Professor, Department of Digital Economics Bryansk State Technical University.

ДАДЫКИНА Ольга Викторовна – к. экон. н., доцент кафедры «Цифровая экономика», Брянский государственный технический университет.

E-mail: Atamanova_281287@mail.ru

DADYKINA Olga Viktorovna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Digital Economics Bryansk State Technical University.