

Методика использования онтологии в проектировании системы оценки экономической эффективности геологоразведочных работ

В. С. Дадыкин, О. В. Дадыкина

Брянский государственный технический университет, г. Брянск, Россия

Аннотация. Использование онтологического подхода при проектировании различных информационных систем достаточно часто ставит своей целью поиск скрытых зависимостей, не очевидных на этапе проектирования системы. Другой важный аспект применения онтологии состоит в необходимости учета большого количества факторов оценки. Нередко возникает ситуация, когда применение стандартной бинарной архитектуры связей между элементами системы, по аналогии с базами данных, не дает необходимый результат. Связано это, как правило, с ограниченностью подобных отношений (один к одному, один ко многим) при проектировании информационной системы. Соответственно именно онтологический подход позволяет разрешить данное противоречие и учесть те взаимосвязи и факторы, учет которых был невозможен в бинарной структуре данных. Целью данной работы является формирование методических рекомендаций по использованию онтологии в процессе проектирования системы оценки экономической эффективности геологоразведочных работ. В результате нами предлагается структура онтологической модели, применительно к блоку параметров оценки экономической эффективности геологоразведочных работ, а также вариант применения данной структуры на практике. В дальнейшем планируется разработка информационной системы оценки эффективности геологоразведочных работ, основанная на использовании данной онтологической модели.

Ключевые слова: онтологический подход, информационная система недропользования, таксономические единицы.

The methodology of using ontology when designing a system for evaluating the economic efficiency of geological exploration

V. S. Dadykin, O. V. Dadykina

Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

Abstract. The use of the ontological approach in the design of various information systems quite often aims at finding hidden dependencies that are not obvious at the stage of a system design. Another important aspect of the application of ontology is the need to take into account a large number of evaluation factors. Often there is a situation when the use of a standard binary architecture of connections between system elements, by analogy with databases, does not give the necessary result. This is usually due to the limitations of such relationships (one to one, one to many) when designing an information system. Accordingly, it is the ontological approach that allows us to resolve this contradiction and take into account those relationships and factors that could not be taken into account in the binary data structure. The purpose of this work is to form methodological recommendations on the use of ontology in the process of designing a system for evaluating the economic efficiency of geological exploration. As a result, we propose the structure of the ontological model, in relation to the block of parameters for assessing the economic efficiency of exploration, as well as a variant of applying this structure in practice. In the future, it is planned to develop an information system for evaluating the effectiveness of geological exploration based on the use of this ontological model.

Keywords: ontological approach, information system of subsurface use, taxonomic units.

Введение

В условиях роста объемов информации о геологической изученности территории, увеличения объема номенклатуры документов, возрастания объема отчетности по объектам недропользования, повышается актуальность вопроса создания единой информационной

системы в недропользовании. Одной из важных задач, которые подобная система призвана решать, является анализ результатов проведенных геологоразведочных работ [4, 5].

Основная сложность в построении единой информационной системы в недропользовании состоит в том, что для принятия управленческих решений требуется интегрировать 3 взаимосвязанных и взаимодействующих блока в рамках единой системы: минерально-сырьевая база, минерально-сырьевой комплекс и минерально-сырьевой потенциал. По сути, первый компонент триады представляет собой ретроспективные результаты проведенных геологоразведочных работ. Второй компонент – текущее состояние добычи минерально-сырьевых ресурсов. Третий компонент – перспектива развития минерально-сырьевой базы, а именно – минерально-сырьевой потенциал.

Проектирование онтологической модели для объекта исследования

Объект исследования, система недропользования в части твердых полезных ископаемых, в том числе общераспространенных, представляется весьма специфическим прежде всего в силу существования такого понятия как стадийность геологоразведочных работ и вероятностный характер их результатов [2, 3].

Для того чтобы выявить на территории полезные ископаемые, требуется проведение большого количества исследований, результат которых заранее предсказать весьма непросто. При этом в результате обследования достаточно большой территории доля ценных для дальнейших исследований прогнозных ресурсов весьма небольшая [1].

В таблице 1 и на рисунке 1 приведена структура подкласса «1_Parameters_of_the_state_of_the_mineral_resource_base».

Таблица 1

Структура подкласса 1_Parameters_of_the_state_of_the_mineral_resource_base

№, п/п	Класс	Подкласс	Параметр
1	1_Mineral_resources	1_1_Parameters_of_the_state_of_the_mineral_resource_base	1_1_1_The_name_of_the_mineral
2			1_1_2_The_total_number_of_deposits_listed_on_the_state_balance_sheet
3			1_1_3_The_number_of_deposits_of_the_undistributed_fund_listed_on_the_state_balance_sheet
4			1_1_4_The_number_of_deposits_of_the_distributed_fund_listed_on_the_state_balance_sheet
5			1_1_5_The_share_of_deposits_of_the_distributed_fund

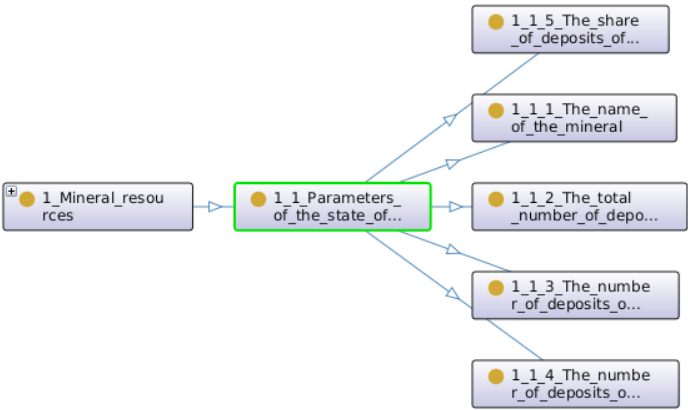


Рис. 1. Структура подкласса «1_1_Parameters_of_the_state_of_the_mineral_resource_base»

Структура подкласса «1_2_Groups_of_reserves_by_economic_significance_and_degree_of_geological_study» показана в таблице 2 и на рисунке 2.

Таблица 2

Структура подкласса «1_2_Groups_of_reserves_by_economic_significance_and_degree_of_geological_study»

№, п/п	Класс	Подкласс	Параметр
1	1_Mineral_resources	1_2_Groups_of_reserves_by_economic_significance_and_degree_of_geological_study	1_2_1_Groups_of_reserves_by_economic_importance_and_degree_of_geological_study
2			1_2_2_The_total_amount_of_reserves_on_the_state_balance_sheet
3			1_2_3_The_volume_of_reserves_of_industrial_categories_listed_on_the_state_balance_sheet
4			1_2_4_The_volume_of_geological_reserves_listed_on_the_state_balance_sheet
5			1_2_5_The_share_of_industrial_stocks_in_the_total_volume_of_stocks
6			1_2_6_The_volume_of_off-balance_sheet_stocks
7			1_2_7_The_volume_of_reserves_of_industrial_categories_as_part_of_the_distributed_subsoil_fund
8			1_2_8_The_volume_of_geological_reserves_as_part_of_the_distributed_subsoil_fund
9			1_2_9_The_volume_of_reserves_of_common_PI_as_part_of_the_distributed_subsoil_fund

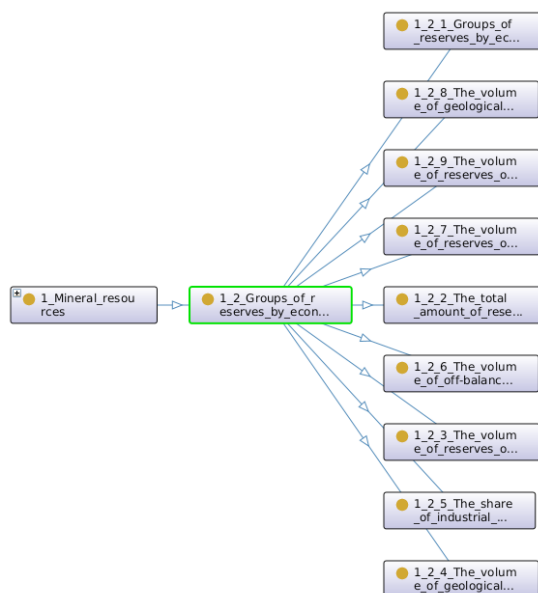


Рис. 2. Структура подкласса «1_2_Groups_of_reserves_by_economic_significance_and_degree_of_geological_study»

Структурный состав подкласса с кодом 1_2, представлен в таблице 3 и на рисунке 3.

Таблица 3

Структура подкласса «2_3_Parameters_of_the_economic_efficiency_of_geological_exploration»

№, п/п	Класс	Подкласс	Параметр
1	2_Mineral enterprises	2_3_Parameters_of_the_economic_efficiency_of_geological_exploration	2_3_1_The_name_of_the_mineral
2			2_3_2_Name_of_the_program_(for_program_events)
3			2_3_3_Name_of_the_event
4			2_3_4_Duration_of_exploration_(in_months)
5			2_3_5_The_volume_of_increase_in_proven_reserves_of_category_A+B+C1
6			2_3_6_The_volume_of_increase_in_proven_reserves_of_category_C2
7			2_3_7_The_volume_of_growth_of_forecast_resources_of_the_P1_category
8			2_3_8_The_volume_of_growth_of_forecast_resources_of_the_P2_category
9			2_3_9_The_volume_of_growth_of_forecast_resources_of_the_P3_category
10			2_3_10_Planned_cost_of_exploration_work_for_the_reporting_year
11			2_3_11_The_actual_cost_of_exploration_work_for_the_reporting_year
12			2_3_12_The_discrepancy_between_the_plan_and_the_fact_for_the_reporting_year
13			2_3_13_The_cost_of_reserves_C1_and_C2_explored_as_a_result_of_geological_exploration_and_reduced_forecast_resources_to_conditional_reserves

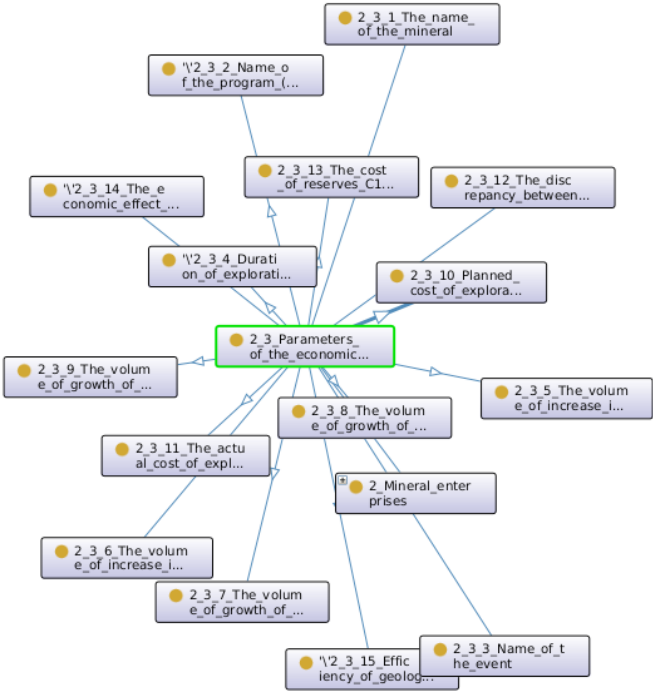


Рис. 3. Структура подкласса «2_3_Parameters_of_the_economic_efficiency_of_geological_exploration»

Применение нечетких множеств для объекта исследования

Для унификации оценки каждый из критериев с точки зрения перспективности можно свести к одному из трех возможных вариантов: низко перспективное (НП или LL), средне перспективное (СП или ML) и высоко перспективное (ВП или HL). Именно благодаря наличие подобных экспертных оценок требуется использовать нечеткую логику в качестве математического аппарата при оценке перспективности участков недр (месторождений). Процедуры нечеткой логики позволят более продуктивно описывать характеристики участков недр (месторождений), а также качественно интерпретировать результаты их выполнения [7].

Таким образом, теория нечетких множеств, применяемые правила импликации и нечеткие рассуждения составляют в данной работе систему нечеткого вывода. Другими словами, в качестве входа и выхода при проведении экспертной оценки выступают точные значения (баллы), поэтому в качестве системы нечеткого вывода будем использовать фазификатор на входе и дефазификатор на выходе [3]. Принято использовать в системах нечеткого вывода продукционные правила, где причинно-следственные связи определяются в терминах нечетких высказывания [6].

Границы диапазонов примем равными интервалами в промежутке 0–100 (табл. 4).

Таблица 4

Параметры термов для входной функции «Оценка критерия» [7]

№	Термы «Оценка критерия»	Диапазоны	Ширина
	НП / LL (низко перспективный)	0-40	41
	СП / ML (средне перспективный)	30-70	41
	ВП / HL (высоко перспективный)	60-100	41

Введенные функции принадлежности графически выглядят следующим образом (рис. 4).

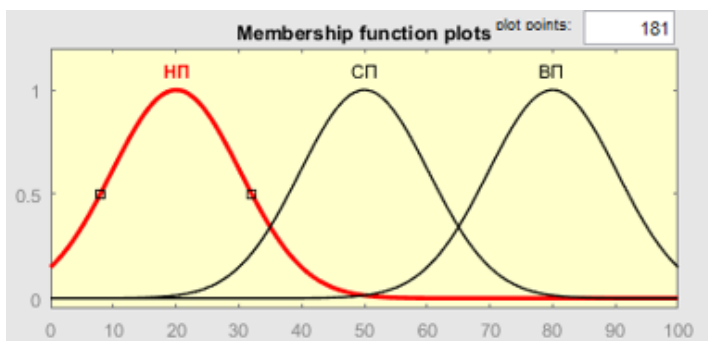


Рис. 4. Функции принадлежности в программе-редакторе

Для экспертной оценки каждого из критериев необходимо 3 входных лингвистических переменных из группы «Оценка критерия» и 1 выходная лингвистическая переменная «Оценка участка недр (месторождения)». Для составления данной оценки потребуется применить продукционные правила. В данном случае потребуется $3^3=27$ продукционных правил [7].

Результаты оценки месторождений в программе Matlab представлены в таблице 5.

Таблица 5

Входные данные для выполнения оценки [7]

№	Наименование участка*	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Интегральная оценка
1	Объект 1 (п)	73	82	85	86,5 (ОВ)
2	Объект 2	32	57	35	34,3 (Н)
3	Объект 3	57	44	44	49,1 (С)
4	Объект 4	24	34	44	24,1 (Н)
5	Объект 5	33	28	36	26 (Н)

Заключение

Таким образом, в качестве основных выводов в данной работе отметим следующие основные положения:

- онтологическая модель, содержащая геолого-экономические показатели оценки перспективности участков недр, позволяет установить совокупность факторов, используемых для принятия управленческих решений;
- применение в составе онтологической модели качественных факторов оценки требует дополнения модели правилами нечеткого вывода (импликация);
- фактическая оценка показателей геолого-экономической оценки в составе модели позволяет ранжировать объекты минерально-сырьевой базы и прогнозные ресурсы по степени их перспективности.

Литература

1. 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.
2. Guarino, Nicola & Welty, Christopher. (2002). Evaluating ontological decisions with ontoclean. Communications of the ACM. 45. 61-65.
3. Zhong, Jian & Aydin, Atila & McGuinness, Deborah. (2009). Ontology of fractures. Journal of Structural Geology – J STRUCT GEOL. 31. 251-259. 10.1016/j.jsg.2009.01.008.
4. Kuznetsova, E. Analysis of an Industrial and Raw Material Facility as a Socio-Economic System / E. Kuznetsova, V. Dadykin // 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2020, Vladivostok, 06–09 октября 2020 года. – Vladivostok, 2020. – P. 9271435. – DOI 10.1109/FarEastCon50210.2020.9271435. – EDN YUYRUS.
5. Дадыкин, В. С. Формирование механизма взаимодействия в системе управления фондом недр общераспространенных полезных ископаемых / В. С. Дадыкин // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. – 2017. – № 4. – С. 86-91. – DOI 10.24143/2073-5537-2017-4-86-91. – EDN ZXFFLF.
6. Степина, О. М. Применение ГИС-технологий в управлении промышленным предприятием / О. М. Степина, В. С. Дадыкин // Инновационно-промышленный потенциал развития экономики регионов : Материалы IV-й Международной научно-практической конференции, Брянск, 31 марта 2017 года. – Брянск, 2017. – С. 285-290. – EDN YHUSOO.
7. Проектирование системы геолого-экономической оценки перспективности участков недр на основе онтологии предметной области и применения методов нечеткой логики / В. С. Дадыкин, О. В. Дадыкина, Н. В. Одиноченкова, С. С. Стуканова // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2023. – № 1(219). – С. 38-45. – DOI 10.46554/1993-0453-2023-1-219-38-45. – EDN DNOXMJ.

References

1. 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.
2. Guarino, Nicola & Welty, Christopher. (2002). Evaluating ontological decisions with ontoclean. Communications of the ACM. 45. 61-65.
3. Zhong, Jian & Aydin, Atilla & McGuinness, Deborah. (2009). Ontology of fractures. Journal of Structural Geology – J STRUCT GEOL. 31. 251-259. 10.1016/j.jsg.2009.01.008.
4. Kuznetsova, E. Analysis of an Industrial and Raw Material Facility as a Socio-Economic System / E. Kuznetsova, V. Dadykin // 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2020, Vladivostok, 06–09 oktjabrja 2020 goda. – Vladivostok, 2020. – P. 9271435. – DOI 10.1109/FarEastCon50210.2020.9271435. – EDN YUYRUS.
5. Dadykin, V. S. Formirovanie mehanizma vzaimodejstviya v sisteme upravleniya fondom neдр obshherasprostranennyh poleznyh iskopaemyh / V. S. Dadykin // Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta. Seriya: Jekonomika. – 2017. – № 4. – S. 86-91. – DOI 10.24143/2073-5537-2017-4-86-91. – EDN ZXFFLF.
6. Stepina, O. M. Primenenie GIS-tehnologij v upravlenii promyshlennym predpriyatiem / O. M. Stepina, V. S. Dadykin // Innovacionno-promyshlennyy potencial razvitiya jekonomiki regionov : Materialy IV-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Brjansk, 31 marta 2017 goda. – Brjansk, 2017. – S. 285-290. – EDN YHUSOO.
7. Proektirovanie sistemy geologo-jekonomicheskoy ocenki perspektivnosti uchastkov neдр na osnove ontologii predmetnoj oblasti i primeneniya metodov nechetkoj logiki / V. S. Dadykin, O. V. Dadykina, N. V. Odinochenkova, S. S. Stukanova // Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo jekonomicheskogo universiteta. – 2023. – № 1(219). – S. 38-45. – DOI 10.46554/1993-0453-2023-1-219-38-45. – EDN DNOXMJ.

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

E-mail: dadykin88@bk.ru

DADYKIN Valery Sergeevich – Dr. Sci. (Economics), Dean of the FCE, Professor of the Department of Digital Economics, Bryansk State Technical University.

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

E-mail: Atamanova_281287@mail.ru

DADYKINA Olga Viktorovna – Cand. Sci. (Economics), Associate Professor of the Department of Digital Economics, Bryansk State Technical University.