

## РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Научная статья  
УДК 550.8+553  
doi:10.46554/1993-0453-2023-2-220-9-21

### Онтология проведения укрупненной геолого-экономической оценки минерально-сырьевого объекта

Валерий Сергеевич Дадыкин<sup>1</sup>, Ольга Викторовна Дадыкина<sup>2</sup>,  
Наталья Викторовна Одиноченкова<sup>3</sup>, Софья Сергеевна Стуканова<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия

<sup>1</sup> Dadykin88@bk.ru

<sup>2</sup> Atamanova\_281287@mail.ru

<sup>3</sup> kaf.eim@yandex.ru

<sup>4</sup> Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»,  
Москва, Россия, ss.zhuk@mail.ru

**Аннотация.** Минерально-сырьевые ресурсы являются одним из базовых элементов в составе экономической системы государства. Именно поэтому вопросы рационального природопользования, в частности недропользования, находятся в сфере постоянного внимания как со стороны государственных органов, так и со стороны предприятий-недропользователей. Информация о недрах пополняется за счет проведения геолого-разведочных работ, последующей интерпретации их результатов, сдачи отчетов и иных сопроводительных документов в соответствующие фонды геологической информации. Однако накопление первичной и интерпретированной геологической информации не способствует формированию единой базы знаний, которая могла бы позволить в автоматизированном режиме готовить аналитическую информацию для поддержки принятия управленческих решений. Для устранения этой проблемы целесообразно применять онтологический подход. Суть его в данном случае сводится к построению причинно-следственных связей между элементами (сущностями) и наполнению полученной онтологической модели фактографической информацией о достигнутых в результате проведенных работ геолого-экономических показателях. В статье рассматриваются структура работ и последовательность процесса проведения укрупненной геолого-экономической оценки месторождений твердых полезных ископаемых на основе онтологии геолого-экономической оценки объектов минерально-сырьевой базы.

**Ключевые слова:** геолого-экономическая оценка, минерально-сырьевой потенциал, онтологический подход

#### **Основные положения:**

- ◆ онтологическая модель определяет структуру и последовательность работ по проведению геолого-экономической оценки минерально-сырьевых ресурсов;
- ◆ проведение геолого-экономической оценки предполагает региональное геологическое изучение, затем проведение поисковых работ, оценки, разведки и доразведки;
- ◆ в результате работ по проведению геолого-экономической оценки все проанализированные объекты могут быть ранжированы по интегральному показателю.

**Для цитирования:** Онтология проведения укрупненной геолого-экономической оценки минерально-сырьевого объекта / В.С. Дадыкин, О.В. Дадыкина, Н.В. Одиноченкова, С.С. Стуканова // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2023. № 2 (220). С. 9–21. doi:10.46554/1993-0453-2023-2-220-9-21.

## REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

Original article

### The ontology of the enlarged geological and economic assessment of a mineral resource facility

Valery S. Dadykin<sup>1</sup>, Olga V. Dadykina<sup>2</sup>, Natalia V. Odinochenkova<sup>3</sup>, Sofya S. Stukanova<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

<sup>1</sup> Dadykin88@bk.ru

<sup>2</sup> Atamanova\_281287@mail.ru

<sup>3</sup> kaf.eim@yandex.ru

<sup>4</sup> National Research University of Electronic Technology, Moscow, Russia, ss.zhuk@mail.ru

**Abstract.** Mineral resources are one of the basic elements in the economic system of a state. That is why issues of the rational use of natural resources and the subsoil use, in particular, are in the sphere of the constant attention both by state bodies and by subsoil user enterprises. Information about the subsurface is replenished by conducting the geological exploration, subsequent interpretation of its results, submission of reports and other accompanying documents to the relevant geological information funds. However, the accumulation of primary and interpreted geological information does not contribute to the formation of a unified knowledge base that could allow the automated preparation of analytical information to support management decision-making. To eliminate this problem, it is advisable to use an ontological approach. Its essence in this case boils down to the construction of causal relationships between elements (entities) and filling the resulting ontological model with factual information about the geological and economic indicators obtained as a result of the work carried out. This article investigates the work structure and the sequence of the process of conducting an enlarged geological and economic assessment of solid mineral deposits based on the ontology of geological and economic assessment of mineral resource base objects.

**Keywords:** geological and economic assessment, mineral resource potential, ontological approach

#### Highlights:

- ◆ the ontological model defines the structure and the sequence of work on the geological and economic assessment of mineral resources;
- ◆ conducting a geological and economic assessment involves a regional geological study, then conducting prospecting, evaluation, exploration and additional exploration;
- ◆ as a result of the geological and economic assessment, all the analyzed objects can be ranked according to an integral indicator.

**For citation:** The ontology of the enlarged geological and economic assessment of a mineral resource facility / V.S. Dadykin, O.V. Dadykina, N.V. Odinochenkova, S.S. Stukanova // Vestnik of Samara State University of Economics. 2023. No. 2 (220). Pp. 9–21. (In Russ.). doi:10.46554/1993-0453-2023-2-220-9-21.

#### Введение

Геолого-экономическая оценка подразумевает исследование геологических, экономических и иных значимых параметров. Совокуп-

ность параметров определяет перспективность исследования того или иного объекта минерально-сырьевого комплекса. Для проведения оценки перспективности месторождений

необходимо учитывать данные по объему запасов, их качеству, соответствию определенным техническим параметрам и т.д. Качественные характеристики предполагают анализ удаленности месторождения, сложностей его разработки, учет условий региональных работ от изученности до учета конкретных экономико-географических условий. Геолого-экономическую оценку целесообразно выполнять на различных стадиях работ:

- 1) на начальной стадии, когда производится оценка перспективности;
- 2) при региональных работах;
- 3) на стадии поисков;
- 4) на стадиях разведки и доразведки.

При этом при выполнении геолого-экономической оценки необходимо учитывать конъюнктуру рынка минерального сырья в дополнение к вышеназванным характеристикам. Отметим, что в таком случае целесообразно говорить о процессе проведения так называемой экспресс-оценки. Экспресс-оценка предполагает выделение 4 основных этапов работы:

- 1) определение так называемых горно-промышленных зон;
- 2) определение на территории горнопромышленных зон промышленно-сырьевых групп;
- 3) определение на территории промышленно-сырьевых групп промышленно-сырьевых узлов;
- 4) определение на территории промышленно-сырьевых узлов отдельных минерально-сырьевых объектов и минерально-сырьевых единиц.

Отличие между минерально-сырьевыми объектами и единицами состоит в том, что объект характеризуется определенной инфраструктурой, т.е. наличием некоторых начальных условий для выполнения геолого-экономической оценки, а минерально-сырьевая единица представляет собой объект, который пока не содержит необходимых условий для начала работы на нем.

### Методы

В процессе геолого-экономической оценки предлагается использовать следующие показатели:

- 1) коэффициенты приведения геологических запасов и прогнозных ресурсов к геологическим запасам;
- 2) технико-экономические показатели геолого-разведочных работ;
- 3) укрупненную структуру капиталовложений;
- 4) укрупненные средние значения эксплуатационных затрат;
- 5) укрупненные капиталовложения в инфраструктуру.

Рассмотрим порядок расчета технико-экономических показателей по объектам. Для реализации последовательности этапов будем использовать нотацию моделирования IDEFO и программу-редактор Ramus [1].

Контекстная диаграмма процесса «Проведение укрупненной геолого-экономической оценки» на входе содержит ресурсы и запасы для целей проведения геолого-экономической оценки, на выходе – ее результаты. В качестве управляющего воздействия выступает нормативное и методическое обеспечение оценки. Следует отметить, что на данном этапе методическим подходом к проведению оценки служит экспертный метод на основе коэффициентов (рис. 1).

Далее проведем декомпозицию данного процесса, представив его в виде последовательности из трех основных этапов проведения оценки (рис. 2).

Рассмотрим декомпозицию 1-го этапа оценки. Стоит отметить, что на данном этапе задействованы следующие методические подходы: экспертный по объектам-аналогам, экспертный, определение объема проходки горных выработок, их вида, расчет объемов вскрыши и пр. (рис. 3).

Затем рассмотрим структуру 2-го этапа оценки (рис. 4).

Далее представим третий блок оценки (рис. 5). При этом используются следующие методические подходы:

- 1) сводный расчет;
- 2) удельные показатели по объектам-аналогам или укрупненной структуре себестоимости;
- 3) экспертный метод.

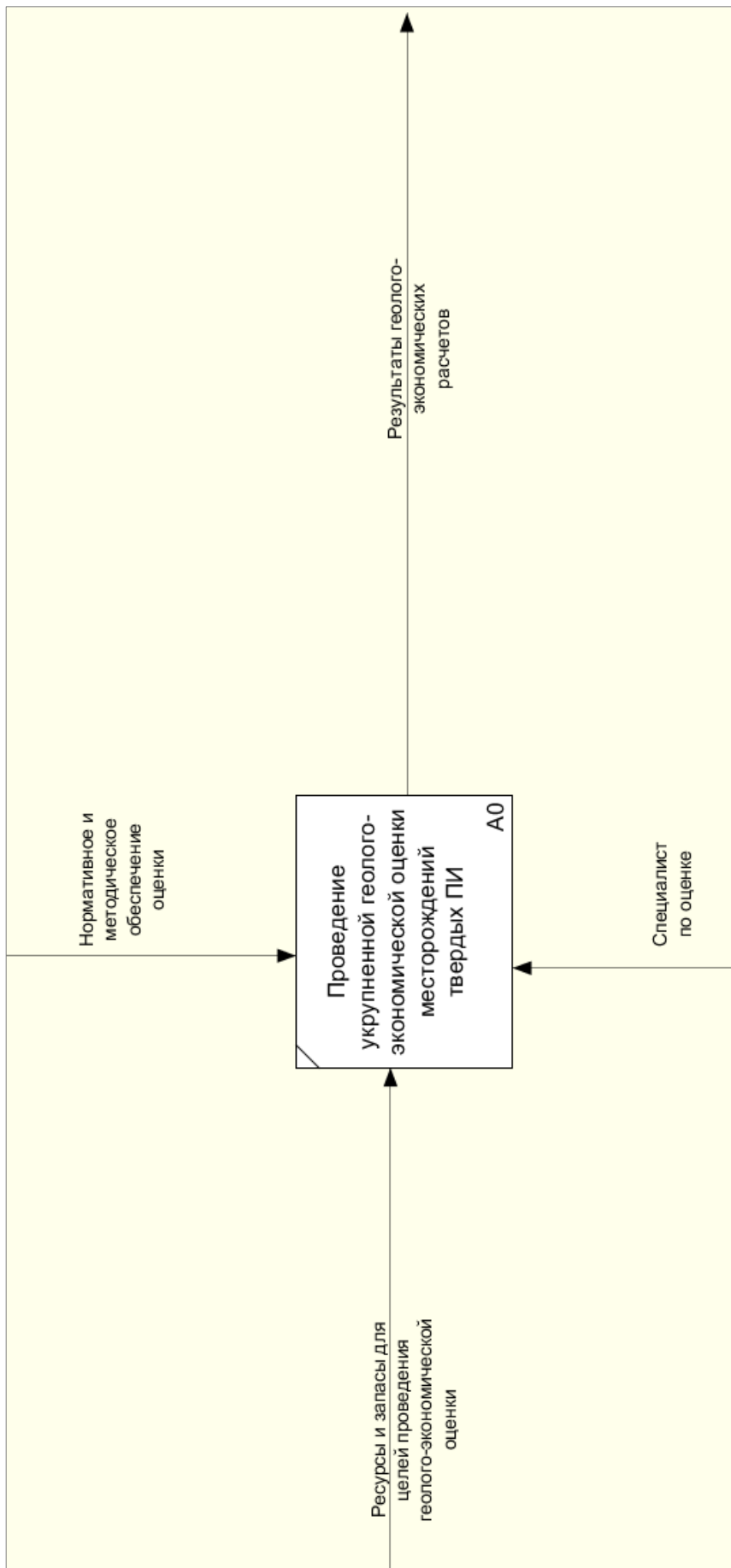


Рис. 1. Контекстная диаграмма процесса проведения укрупненной геолого-экономической оценки месторождений твердых ПИ

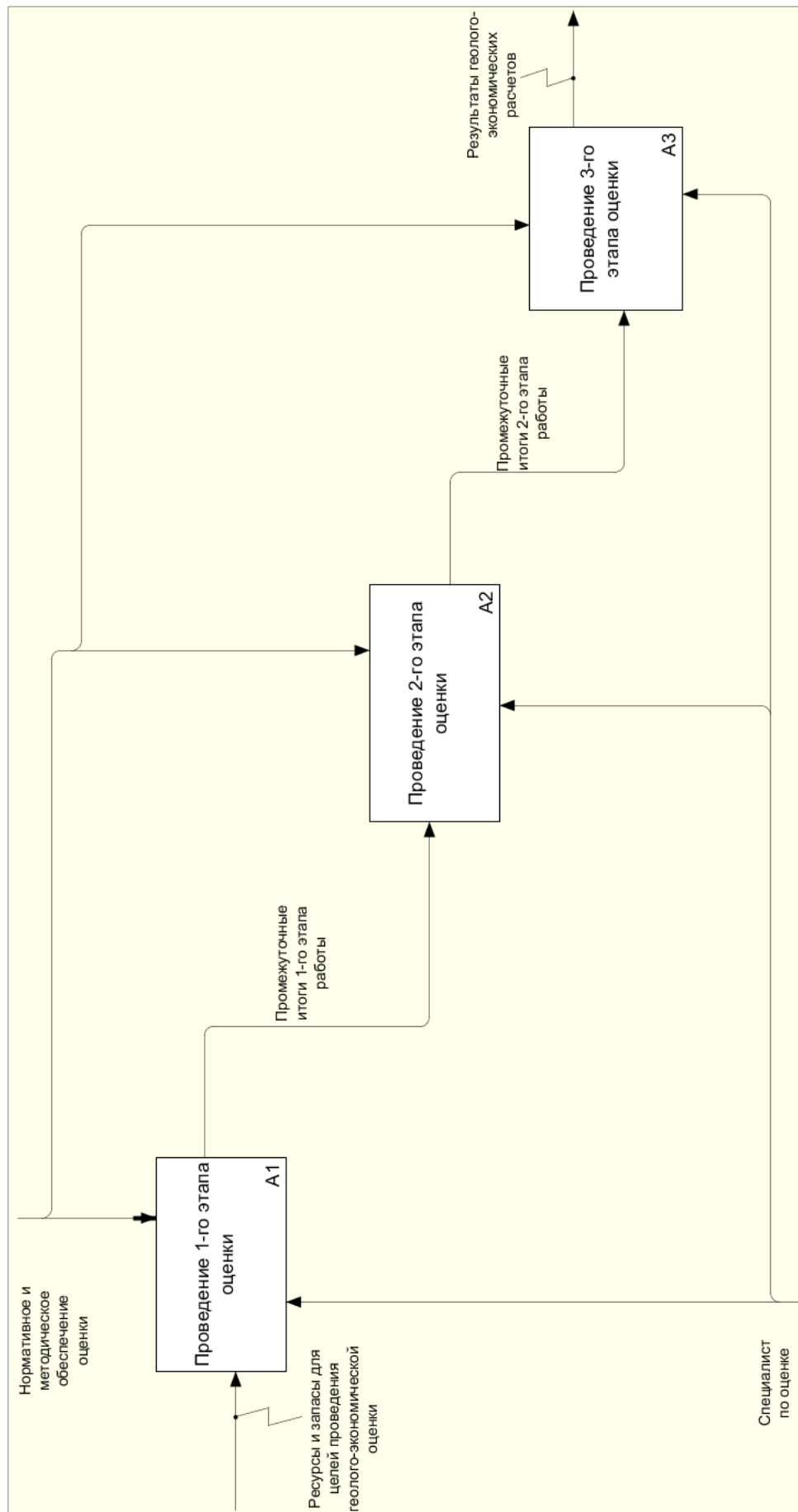


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции блока

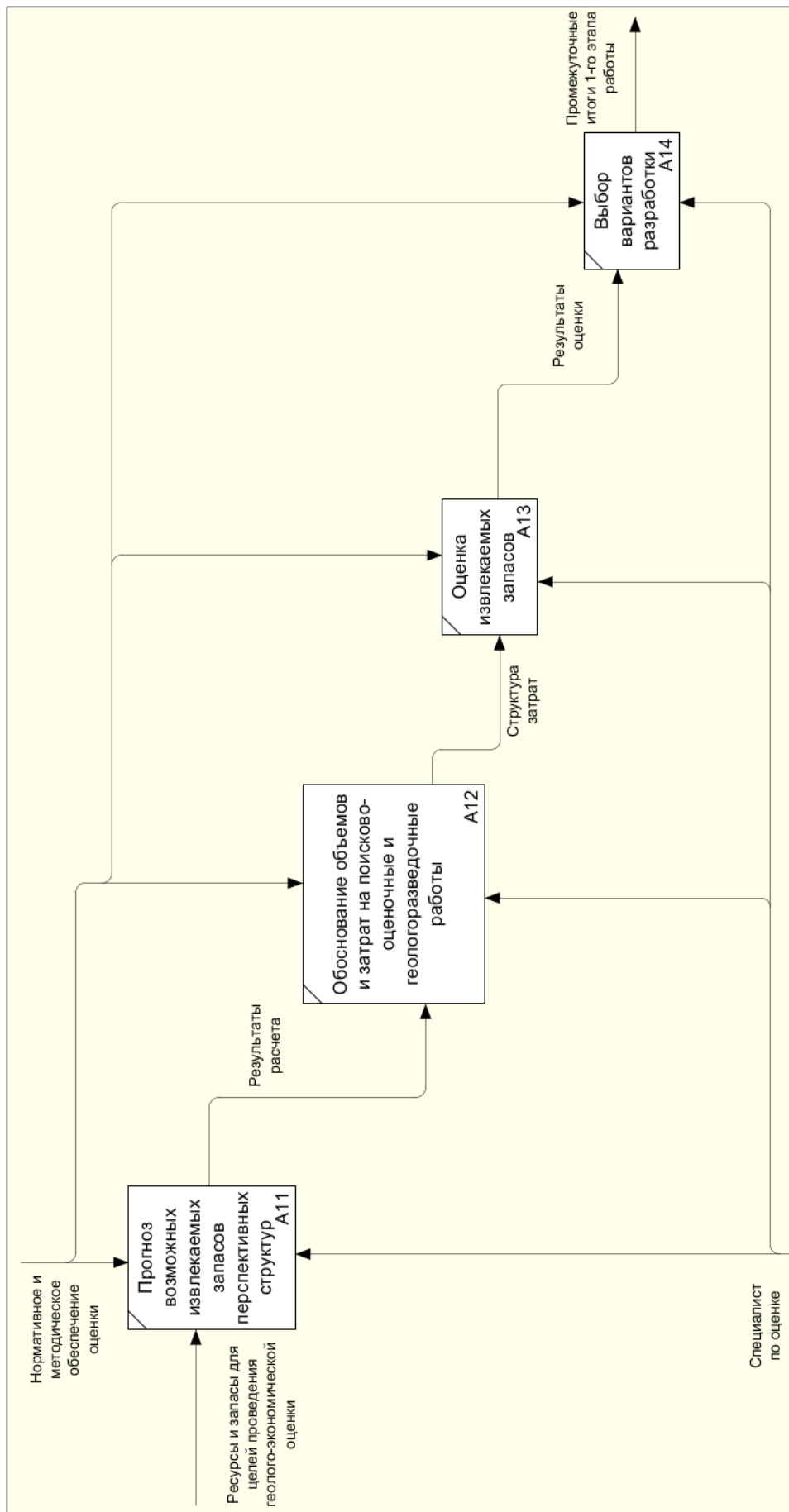


Рис. 3. Диаграмма декомпозиции блока «Проведение 1-го этапа оценки»

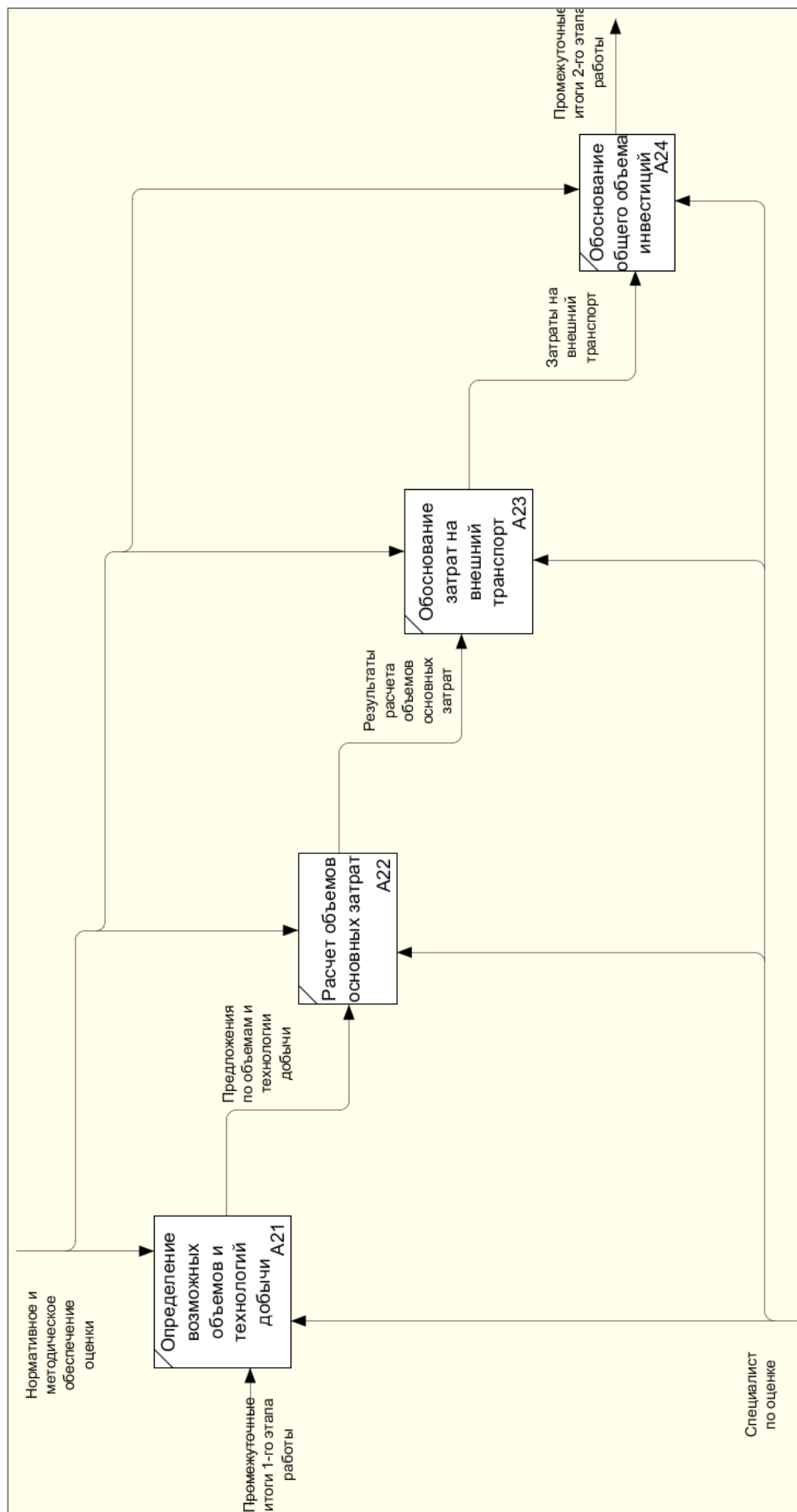


Рис. 4. Диаграмма декомпозиции блока «Проведение 2-го этапа оценки»

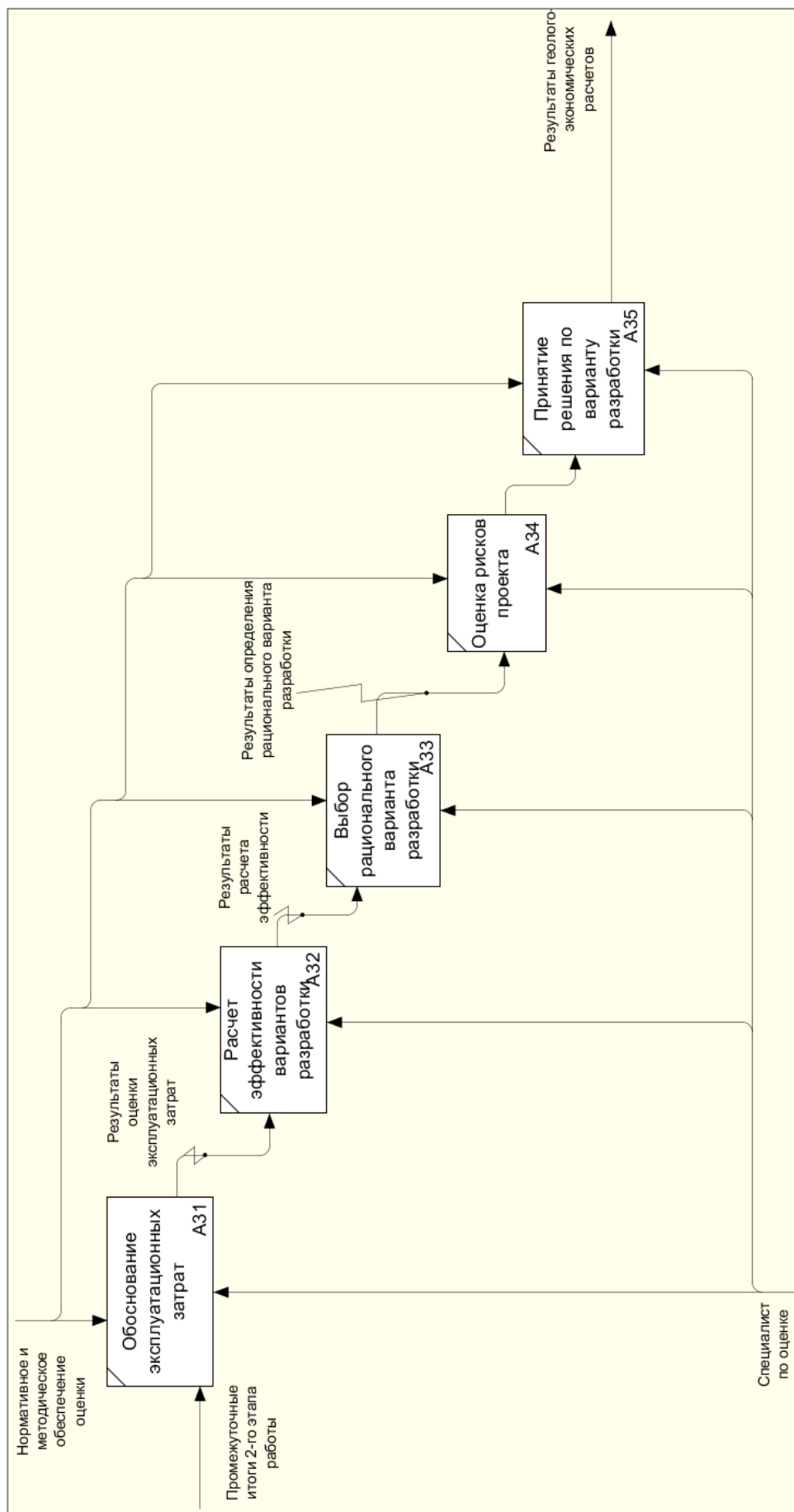


Рис. 5. Диаграмма декомпозиции блока «Проведение 3-го этапа оценки»



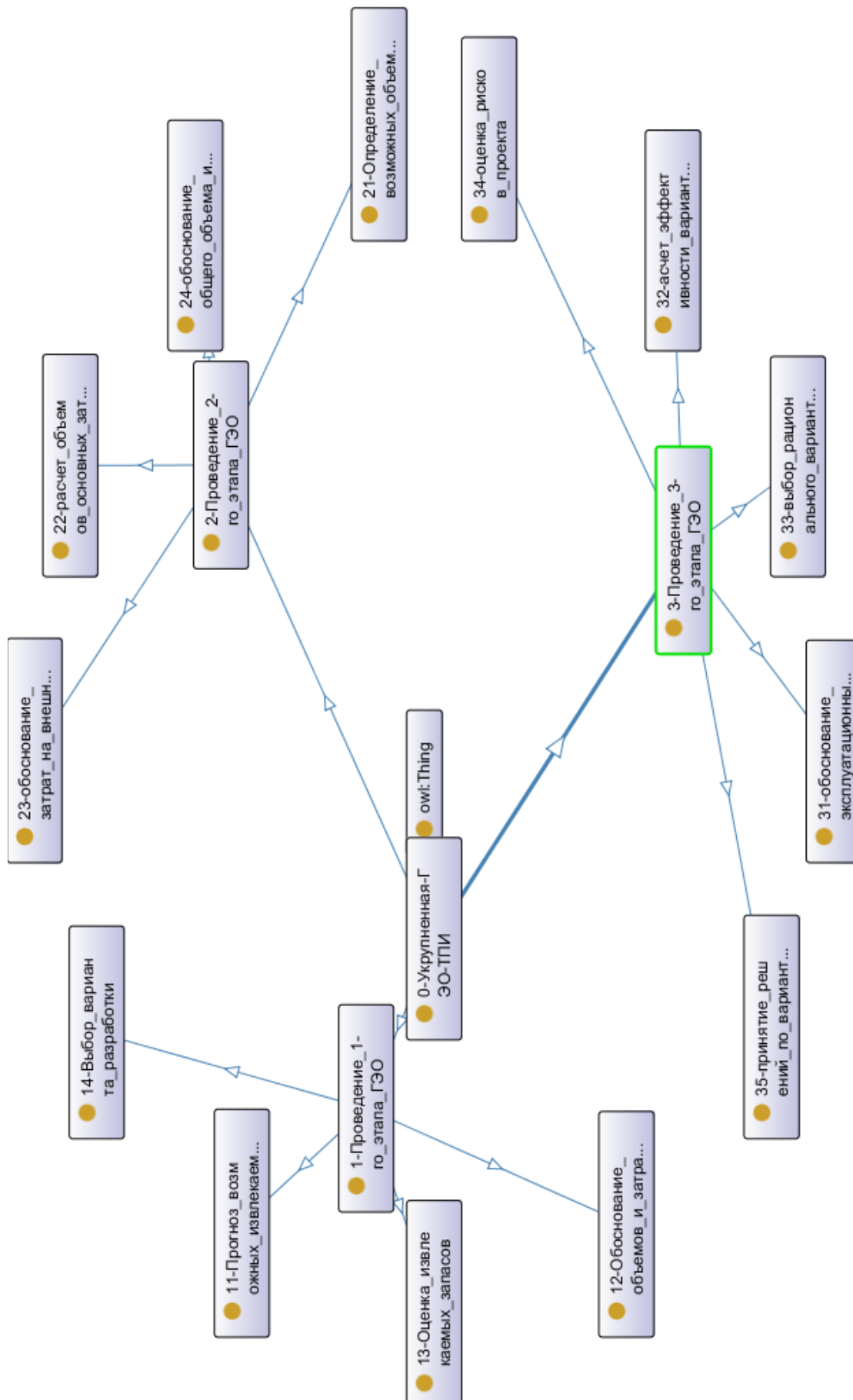


Рис. 6. Онтологическая модель анализируемой предметной области

### Результаты

Вышерассмотренные методические подходы, основанные на применении IDEF0, позволяют сформировать последовательность и структурный состав работ по проведению укрупненной геолого-экономической оценки. Затем элементы оценки нужно загрузить в онтологическую программу-редактор, в качестве которой используется программный продукт Protégé.

Создав новый проект в программе, нужно перейти на вкладку Entities («Сущности») и выбрать вкладку Classes для создания новых классов. В рамках характеристики свойств домен указывает, для экземпляров каких классов это свойство может быть использовано. Диапазон предназначен для того, чтобы задать область допустимых значений, включая тип данных и ограничения, которые необходимо

указать для конкретного свойства экземпляра класса. Результаты описания свойств данных в рамках онтологической модели предметной области показаны на рис. 6.

В рамках онтологической модели к каждому из показателей необходимо добавить параметры, определяемые на данном этапе/стадии проведения работ. В результате на примере показателя код 33 – «Обоснование выбранного варианта разработки» получим следующие соответствия (рис. 7).

В итоге методом онтологического моделирования были определены факторы, образующие каждый из показателей геолого-экономической оценки, что, по сути, представляет собой реализацию факторного экономического анализа, но применительно к специфике объекта исследования. Для выполнения поиска в модели используется язык SPARQL (рис. 8).

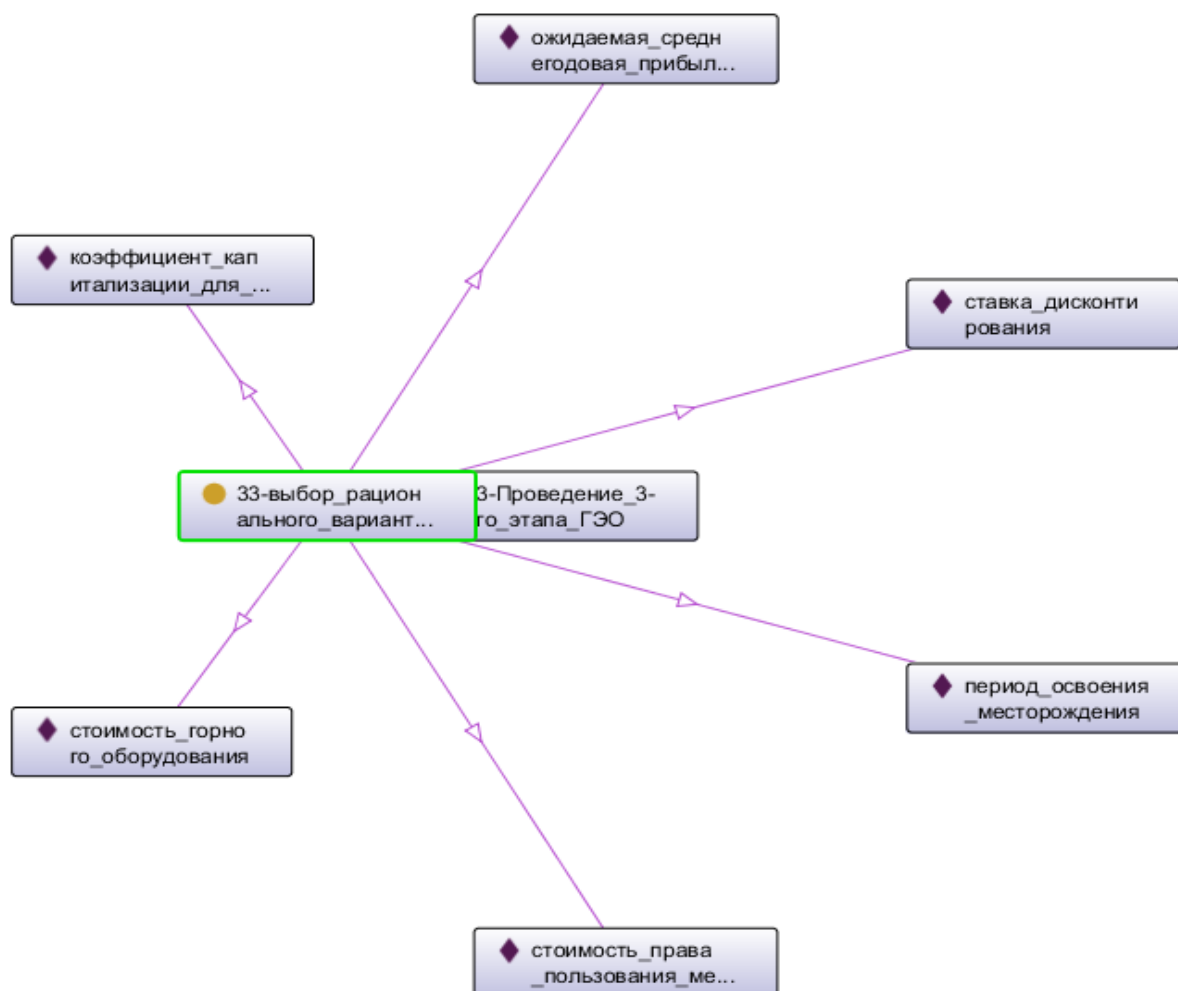


Рис. 7. Элементы показателя код 33 – «Обоснование выбранного варианта разработки»

SPARQL query:

```

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?subject ?object
WHERE { ?subject rdfs:subClassOf ?object }

```

subject	object
13-Оценка_извлекаемых_запасов	1-Проведение_1-го_этапа_ГЭО
2-Проведение_2-го_этапа_ГЭО	0-Укрупненная-ГЭО-ТПИ
33-выбор_рационального_варианта_разработки	3-Проведение_3-го_этапа_ГЭО
3-Проведение_3-го_этапа_ГЭО	0-Укрупненная-ГЭО-ТПИ
11-Прогноз_возможных_извлекаемых_запасов_перспективных_структур	1-Проведение_1-го_этапа_ГЭО

Execute

Рис. 8. Поиск геолого-экономических показателей в модели посредством SPARQL

### Обсуждение

Проблематика проведения укрупненной геолого-экономической оценки минерально-сырьевого объекта достаточно подробно исследована в экономической науке, однако применение онтологического подхода к объекту исследования обладает научной новизной [2–4].

Так, в работах исследователей речь, как правило, идет об экологических аспектах и рассматриваются преимущественно углеводородные виды сырья, в данной же работе акцент сделан на месторождениях твердых полезных ископаемых и подземных вод и анализируются экономические показатели в составе онтологической модели.

В дальнейшем возможно ввести в состав модели значение конкретных показателей и путем ранжирования определить наиболее перспективные варианты. Для ранжирования можно использовать программный компонент Fuzzy Logic Toolbox. В качестве входной функ-

ции рассматривается массив экспертных оценок, в качестве выходной функции – результаты ее агрегации по ассоциативным правилам [5–8].

### Заключение

Онтологический подход, рассмотренный в данной статье, может быть использован при укрупненной геолого-экономической оценке перспективности объектов минерально-сырьевой базы с точки зрения определения последовательности выполнения работ по оценке, создания транспортной, энергетической, социально-экономической и иной необходимой для функционирования предприятий минерально-сырьевого комплекса инфраструктуры.

Применение онтологического подхода позволяет проводить факторный экономический анализ объектов минерально-сырьевой базы и при использовании языка SPARQL определять возможные взаимосвязи показателей.

### Список источников

1. Kuznetsova E. Analysis of an industrial and raw material facility as a socio-economic system // 2020 International multi-conference on industrial engineering and modern technologies, FarEastCon 2020, Vladivostok, Oct. 6–9, 2020. Vladivostok, 2020. P. 9271435. doi:10.1109/FarEastCon50210.2020.9271435.
2. Вяткин К.Ю. Интеллектуальное месторождение как метод снижения экологических рисков нефтегазового производства // Актуальные вопросы современной экономики. 2021. № 11. С. 54–57.
3. Остроумова Е.Г. Интеллектуальное месторождение: мировая практика и современные технологии // Газовая промышленность. 2012. № 7 (678). С. 10–11.
4. Владов Р.А., Першин О.Ю. Интегрированное отраслевое решение для добычи нефти и газа «Интеллектуальное месторождение» // Автоматизация в промышленности. 2015. № 4. С. 22–29.

5. Дадыкин В.С., Дадыкина О.В. Снижение воспроизводства минерально-сырьевой базы как угроза экономической безопасности // Социально-экономические и гуманитарные исследования: проблемы, тенденции и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 27–28 апр. 2016 г. Брянск : Брянский гос. аграр. ун-т, 2016. С. 24–27.

6. Дадыкин В.С. Формирование механизма взаимодействия в системе управления фондом недр общераспространенных полезных ископаемых // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2017. № 4. С. 86–91. doi:10.24143/2073-5537-2017-4-86-91.

7. Степина О.М., Дадыкин В.С. Применение ГИС-технологий в управлении промышленным предприятием // Инновационно-промышленный потенциал развития экономики регионов : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 31 марта 2017 г. Брянск, 2017. С. 285–290.

8. Дадыкин В.С. Анализ и оценка обеспеченности предприятий железной рудой на основе геоэкономического мониторинга // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2017. № 11 (157). С. 35–39.

#### References

1. Kuznetsova E. Analysis of an industrial and raw material facility as a socio-economic system // 2020 International multi-conference on industrial engineering and modern technologies, FarEastCon 2020, Vladivostok, Oct. 6–9, 2020. Vladivostok, 2020. P. 9271435. doi:10.1109/FarEastCon50210.2020.9271435.

2. Vyatkin K.Yu. Intellectual deposit as a method of reducing environmental risks of oil and gas production // Topical issues of the modern economy. 2021. No. 11. Pp. 54–57.

3. Ostroumova E.G. Intellectual deposit: world practice and modern technologies // Gas industry. 2012. No. 7 (678). Pp. 10–11.

4. Vladov R.A., Pershin O.Yu. Integrated industry solution for oil and gas production "Intellectual field" // Automation in industry. 2015. No. 4. Pp. 22–29.

5. Dadykin V.S., Dadykina O.V. Reduction of reproduction of the mineral resource base as a threat to economic security // Socio-economic and humanitarian research: problems, trends and prospects of development : materials of the International scientific and practical conference, Bryansk, Apr. 27–28, 2016. Bryansk : Bryansk State Agrarian University, 2016. Pp. 24–27.

6. Dadykin V.S. Formation of the mechanism of interaction in the management system of the subsoil fund of common minerals // Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Economics. 2017. No. 4. Pp. 86–91. doi:10.24143/2073-5537-2017-4-86-91.

7. Stepina O.M., Dadykin V.S. Application of GIS technologies in industrial enterprise management // Innovative and Industrial potential of regional economic development : materials of the IV International scientific and practical conference, Bryansk, March 31, 2017. Bryansk, 2017. Pp. 285–290.

8. Dadykin V.S. Analysis and assessment of iron ore supply to enterprises based on geo-economic monitoring // Vestnik of Samara State University of Economics. 2017. No. 11 (157). Pp. 35–39.

#### **Информация об авторах**

*В.С. Дадыкин* – доктор экономических наук, доцент, декан факультета отраслевой и цифровой экономики, профессор кафедры «Цифровая экономика» Брянского государственного технического университета;

*О.В. Дадыкина* – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Цифровая экономика» Брянского государственного технического университета;

*Н.В. Одиноченкова* – доктор экономических наук, доцент, профессор Брянского государственного технического университета;

*С.С. Стуканова* – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры экономики, менеджмента и финансов Национального исследовательского университета «Московский институт электронной техники».

#### **Information about the authors**

*V.S. Dadykin* – Doctor of Economics, Associate Professor, Dean of the Faculty of Industrial and Digital Economics, Professor of the Department "Digital Economy" of Bryansk State Technical University;

*O.V. Dadykina* – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department "Digital Economy" of Bryansk State Technical University;

*N.V. Odinochenkova* – Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Bryansk State Technical University;

*S.S. Stukanova* – Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Department of Economics, Management and Finance of the National Research University of Electronic Technology.

Статья поступила в редакцию 04.07.2023; одобрена после рецензирования 10.07.2023; принята к публикации 31.07.2023.

The article was submitted 04.07.2023; approved after reviewing 10.07.2023; accepted for publication 31.07.2023.