Вестник Самарского государственного экономического университета. 2023. № 6 (224). С. 39–47.
Vestnik of Samara State University of Economics. 2023. No. 6 (224). Pp. 39–47.

Научная статья
УДК 332.145
doi:10.46554/1993-0453-2023-6-224-39-47

Разработка системы показателей экономического мониторинга недропользования для целей территориального планирования на региональном уровне

Валерий Сергеевич Дадыкин[1], Ольга Викторовна Дадыкина[2], Наталья Викторовна Одиноченкова[3], Софья Сергеевна Стуканова[4]
[1,2,3] Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия
[1] Dadykin88@bk.ru
[2] Atamanova_281287@mail.ru
[3] kaf.eim@yandex.ru
[4] Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», Москва, Россия, ss.zhuk@mail.ru

Аннотация. На региональном уровне вопросы рационального недропользования тесно связаны с проблематикой территориального планирования и управления. В настоящее время ряд минерально-сырьевых объектов уже требует переоценки с учетом изменившихся экономических условий. Поэтому необходимо в составе показателей экономического мониторинга использовать как известные количественные показатели, связанные с объемом запасов и стоимостью их добычи в удельном и абсолютном выражении, так и качественные показатели, связанные с возможностью освоения участков недр, применительно к определенной территории с учетом ее освоенности, состояния горнодобывающей промышленности, инфраструктурной обеспеченности и т.д. В рамках данной работы авторами поставлена задача определения и выбора показателей экономического мониторинга для целей территориального планирования геолого-разведочных работ на региональном уровне. Для ее решения необходимо построить онтологические модели по каждому из таксономических объектов (геологический объект, горнопромышленный объект, горнорудный объект). По каждому из таксонов нужно определить показатели четкой и нечеткой оценки и взаимосвязи между ними. Затем следует привести все оценки к единой цифровой системе. Для этого потребуется задействовать математический аппарат нечеткой логики. На основе совокупности полученных цифровых оценок становится возможным определить интегральный показатель по каждой таксономической единице с целью выбора приоритетности ее освоения.

Ключевые слова: экономический мониторинг, территориальное планирование, недропользование, региональный уровень

Основные положения:

♦ для таксономических единиц в рамках экономического мониторинга недропользования всю совокупность параметров возможно разделить на количественные (четкие) и качественные (нечеткие) характеристики;

♦ качественные (нечеткие) характеристики целесообразно приводить к количественным, цифровым (четким) путем дефазификации методом Мамдани;

♦ совокупность количественных и качественных характеристик составляет базу для определения интегрального показателя оценки таксономических единиц.

© Дадыкин В.С., Дадыкина О.В., Одиноченкова Н.В., Стуканова С.С., 2023

Для цитирования: Дадыкин В.С., Дадыкина О.В., Одиноченкова Н.В., Стуканова С.С. Разработка системы показателей экономического мониторинга недропользования для целей территориального планирования на региональном уровне // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2023. № 6 (224). С. 39–47. doi:10.46554/1993-0453-2023-6-224-39-47.

Original article

Monitoring of subsurface use for territorial planning purposes at the regional level

Valery S. Dadykin[1], Olga V. Dadykina[2], Natalia V. Odinochenkova[3], Sofya S. Stukanova[4]
[1,2,3] Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia
[1] Dadykin88@bk.ru
[2] Atamanova_281287@mail.ru
[3] kaf.eim@yandex.ru
[4] National Research University of Electronic Technology, Moscow, Russia, ss.zhuk@mail.ru

Abstract. At the regional level, issues of rational subsoil use are closely related to the problems of territorial planning and management. Currently, a number of mineral resources already require reassessment, taking into account changed economic conditions. Therefore, it is necessary to use as part of economic monitoring indicators both known quantitative indicators related to the volume of reserves and the cost of their extraction in specific and absolute terms, and qualitative indicators related to the possibility of developing subsurface areas, in relation to a certain territory, taking into account its development, the state of the mining industry, infrastructure security, etc. Within the framework of this work, we have set a task of determining and selecting economic monitoring indicators for purposes of territorial planning of geological exploration at the regional level. To solve it, it is necessary to build ontological models for each of the taxonomic objects (geological object, mining object, mining object). For each of the taxa, it is necessary to determine indicators of a clear and fuzzy assessment and a relationship between them. Then it is necessary to bring all the estimates to a single digital system. To bring it, you will need to use the mathematical apparatus of fuzzy logic. Based on the totality of the obtained digital estimates, it becomes possible to determine an integral indicator for each taxonomic unit in order to prioritize its development.

Keywords: economic monitoring, territorial planning, subsurface use, regional level

Highlights:

♦ for taxonomic units within the framework of economic monitoring of subsurface use, the whole set of parameters can be divided into quantitative (clear) and qualitative (fuzzy) characteristics;

♦ it is advisable to bring qualitative (fuzzy) characteristics to quantitative, digital (clear) by defasification by the Mamdani method;

♦ the combination of quantitative and qualitative characteristics forms a basis for determining the integral indicator of the assessment of taxonomic units.

For citation: Dadykin V.S., Dadykina O.V., Odinochenkova N.V., Stukanova S.S. Monitoring of subsurface use for territorial planning purposes at the regional level // Vestnik of Samara State University of Economics. 2023. No. 6 (224). Pp. 39–47. (In Russ.). doi:10.46554/1993-0453-2023-6-224-39-47.

Введение

Повышение сложности разработки объектов и сопутствующий рост стоимости геологоразведочных работ повлекли за собой необходимость более детальной проработки программ геологического изучения недр и вос-

производства минеральных ресурсов [1; 2]. Ограниченные средства необходимо направлять на те объекты, на которых инвестиции окупятся быстрее [3; 4].

На практике это выражается в выборе в первую очередь таких участков недр для работы, где уже создана необходимая обеспечивающая транспортная и смежная ей инфраструктура. Выбор также делается в пользу объектов, которые отличаются относительно несложными условиями разработки и изучены как минимум по категории C_2. Подбор таких объектов для работы требует использования не только параметров экономического мониторинга конечных объектов в виде месторождений, но и определение минерально-сырьевого потенциала определенной территории [5; 6]. Такие территории в данной работе будем называть таксонами или таксономическими единицами. Каждый из таксонов должен обладать параметрами, определяющими перспективность проведения на их территории геологоразведочных работ.

Методы

Для обеспечения рационального освоения минерально-сырьевой базы на региональном уровне необходимо определить таксоны для нужд территориального планирования геологоразведочных работ (далее – ТПГРР) [7]. В рамках ТПГРР определим следующие таксономические единицы:

1) геологический объект (GO) – представляет собой месторождение или проявление полезных ископаемых;

2) горнорудный объект (GrO) – представляет собой горнодобывающее предприятие на рудные виды сырья;

3) горнопромышленный объект (GpO) – представляет собой предприятие, выполняющее добычу нерудных видов сырья;

4) промышленно-сырьевой объект (PSP) – предприятие, выполняющее добычу полезных ископаемых.

Далее для каждой из таксономических единиц нужно сформулировать параметрический блок с узлами взаимосвязей.

Таблица 1

Поэлементный состав триады для геологического объекта

Код параметра	Наименование параметра	Расшифровка параметра	Единица измерения
1.1	costs-of-valuation	Стоимость оценки	руб.
1.2	costs-of-works	Стоимость ГРР	руб.
1.3	average-of-min-res	Среднее содержание сырья	%
1.4	volume-stocks-ABC1	Объем запасов категорий A+B+C1	тыс. т ($м^3$)
1.5	volume-stocks-C2	Объем запасов категорий A+B+C2	тыс. т ($м^3$)
1.6	volume-stocks-p1p2p3	Объем прогнозных ресурсов P1+P2+P3	тыс. т ($м^3$)
1.7	geol-prom-type	Геолого-промышленный тип	Отсутствует (качественный показатель)
1.8	stage-of-works	Стадия работ	Отсутствует (качественный показатель)
1.9	type-min-resource	Вид сырья	Отсутствует (качественный показатель)
1.10	num-license	Номер лицензии	Отсутствует

Таблица 2

Поэлементный состав триады для горнопромышленного объекта

Код параметра	Наименование параметра	Расшифровка параметра	Единица измерения
2.1	capital-costs-production	Объем капитальных затрат	руб.
2.2	costs-of-each-prod	Затраты на единицу продукции	руб.
2.3	workers-quantity-production	Количество работающих	чел.
2.4	yearly-power	Годовая производительность переработки	тыс. т, $м^3$
2.5	yearly-production	Годовой выпуск продукции	тыс. т, $м^3$

Для геологического объекта в составе параметрического блока отметим следующие элементы, представленные в табл. 1, для горнопромышленного объекта – элементы, приведенные в табл. 2.

Для горнорудного объекта в составе параметрического блока выделим элементы, указанные в табл. 3.

Триады каждого из блоков представлены в онтографах на рис. 1, 2, 3 соответственно.

Таблица 3

Поэлементный состав триады для геологического объекта

Код параметра	Наименование параметра	Расшифровка параметра	Единица измерения
3.1	average-useful-component	Среднее содержание полезного компонента	%
3.2	capital-costs-mining	Капитальные затраты на добычу	руб.
3.3	costs-1-t	Стоимость 1 т добычи	руб.
3.4	dilution	Разубоживание	%
3.5	losts	Потери при добыче	%
3.6	type-of-mining	Способ отработки объекта	-
3.7	workers-quantity-mining	Количество рабочих, задействованных в добыче	чел.
3.8	yearly-mining	Годовая производительность (добыча)	тыс. т, м^3

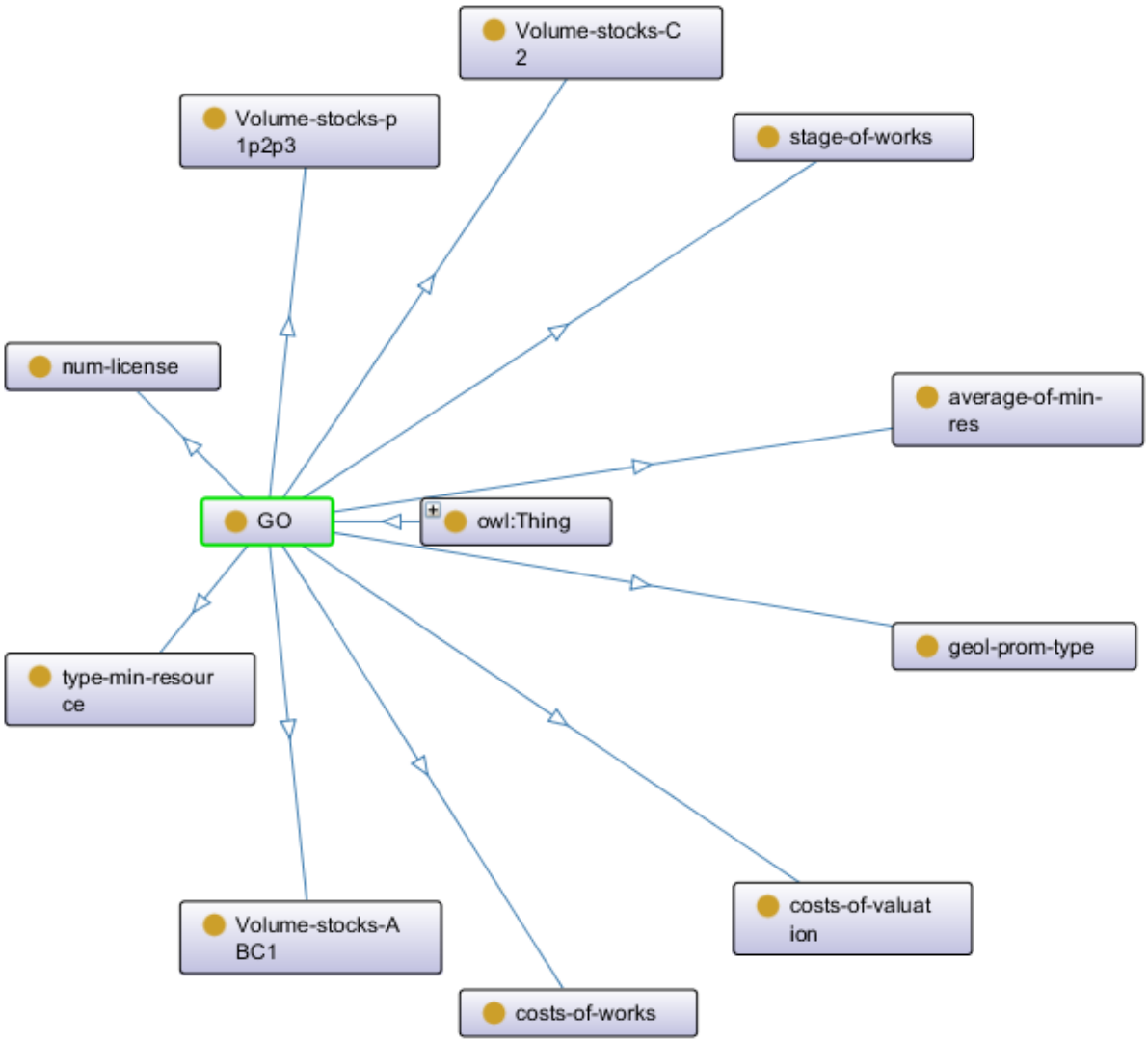

Рис. 1. **Триада параметрического блока для геологического объекта**

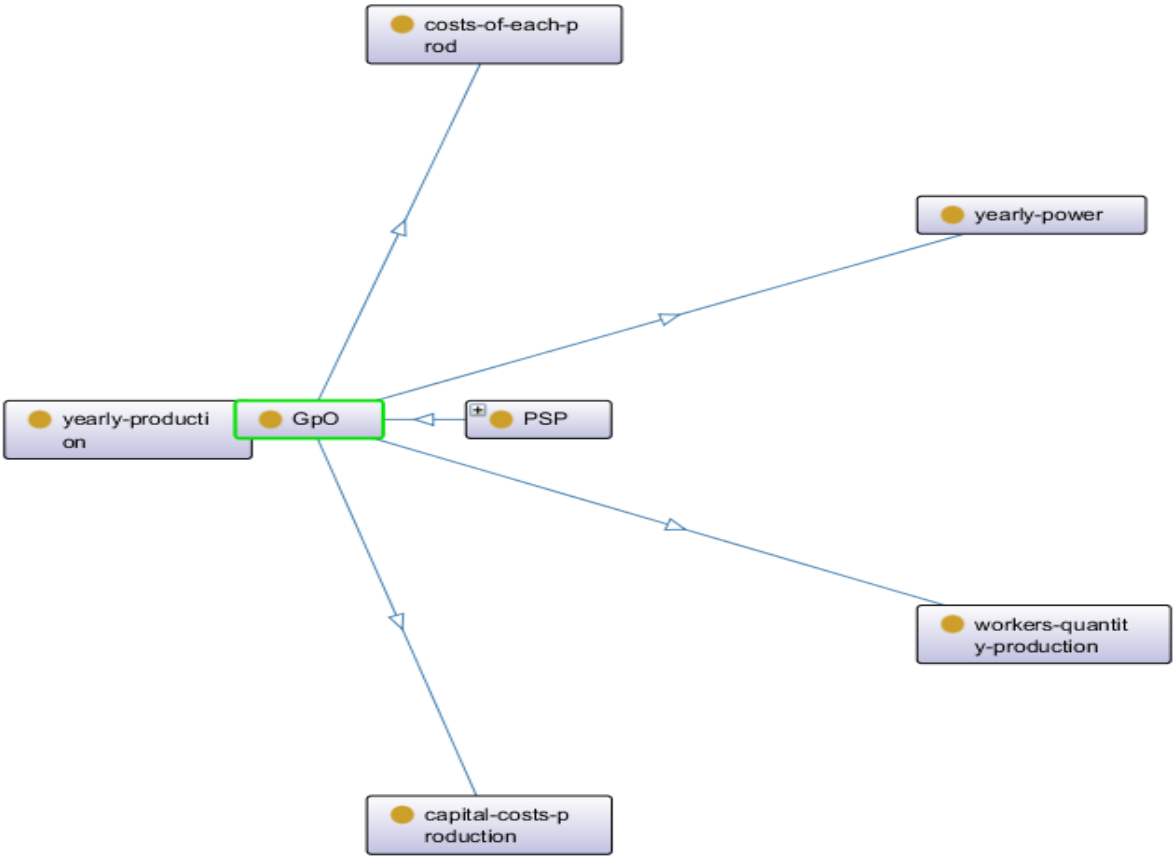

Рис. 2. Триада параметрического блока для горнопромышленного объекта

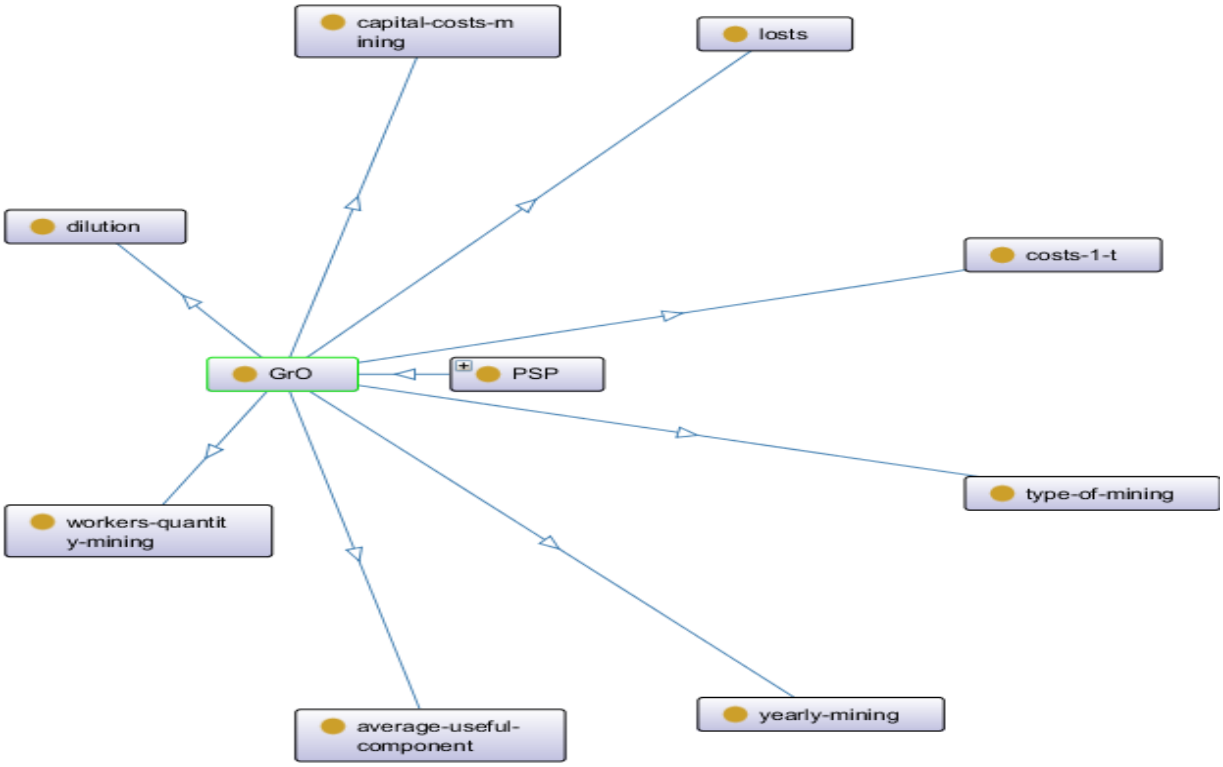

Рис. 3. Триада параметрического блока для горнорудного объекта

Таблица 4

Результаты общей балльной интегральной оценки минерального потенциала административных районов Брянской области в рейтинге 1–10

№ позиции в ранге	Административный район	Интегральный показатель (общий), баллов
1	Брянский	277,10
2	Унечский	236,88
3	Дятьковский	193,40
4	Новозыбковский	51,23
5	Суражский	21,69
6	Брасовский	20,44
7	Клинцовский	20,02
8	Гордеевский	19,34
9	Навлинский	18,56
10	Злынковский	17,89

Таблица 5

Результаты балльной интегральной оценки минерального потенциала административных районов Брянской области по ОПИ в рейтинге 1–10

№ позиции в ранге	Административный район	Интегральный показатель (по ОПИ), баллов
1	Брянский	138,81
2	Брасовский	70,86
3	Клинцовский	67,33
4	Гордеевский	67,07
5	Навлинский	63,12
6	Злынковский	62,04
7	Выгоничский	53,65
8	Почепский	53,25
9	Дятьковский	50,34
10	Новозыбковский	47,41

Результаты

В результате применения подхода, основанного на онтологии, становится возможным проведение факторного анализа по таксономическим единицам. Применение нечеткой логики к параметрам, выраженным качественной оценкой, позволяет учитывать эти параметры в итоговом интегральном показателе.

Таким образом, общая оценка таксона после проведения процедуры дефазификации методом Мамдани будет представлена в балльном выражении. Рассмотрим результаты оценки на примере Брянской области отдельно по всем видам сырья и по общераспространенным полезным ископаемым (табл. 4, 5).

В результате оценки по двум интегральным показателям: по всем видам сырья и отдельно по общераспространенным полезным ископаемым были определены наиболее перспективные для постановки геологоразведочных работ административные районы региона, на территории которых расположено большинство вышеназванных таксонов, а именно Брянский, Унечский, Дятьковский, Новозыбковский районы.

Для проведения факторного анализа по каждому из показателей мониторинга возможно использовать встроенный в программный продукт Protégé макроязык SPARQL. Результат выполнения запроса «SELECT ?subject ?object WHERE { ?subject rdfs:subClassOf ?object }» показан на рис. 4.

Обсуждение

Оценка потенциала минерально-сырьевых ресурсов региона представляет актуальную научную проблему, к решению которой сформировались различные подходы. Один из попу-

subject	
volume-stocks-C2	GO
costs-1-t	GrO
stage-of-works	GO
yearly-power	GpO
capital-costs-mining	GrO
yearly-production	GpO
geol-prom-type	GO
costs-of-each-prod	GpO
dilution	GrO
type-min-resource	GO
GpO	PSP
average-of-min-res	GO
costs-of-works	GO
volume-stocks-p1p2p3	GO
average-useful-component	GrO
costs-of-valuation	GO
workers-quantity-mining	GrO

Рис. 4. Поиск геолого-экономических показателей в модели посредством SPARQL

лярных подходов базируется на стоимостной оценке минерально-сырьевых ресурсов [8; 9]. У данного подхода есть определенные недостатки:

1. Оценка стоимости значительно подвержена влиянию изменчивой конъюнктуры рынков минерального сырья.

2. В расчете учитываются только количественные показатели безотносительно сложности объектов, инфраструктурной обеспеченности, капитальных затрат на добычу и т.п.

3. Стоимость прогнозных ресурсов определяется весьма условно, с использованием коэффициентов перехода.

Поэтому необходимо в дополнение к стоимостному подходу применять систему показателей, которые базируются на учете как количественных, так и качественных показателей в части оценки минерально-сырьевых ресурсов на уровне региона.

Заключение

Таким образом, нами проведена разработка системы показателей экономического мониторинга недропользования для целей территориального планирования на региональном уровне. Вышеназванные показатели в составе онтологической модели формируются в виде иерархической структуры, в пределах которой существует возможность проведения анализа взаимного влияния показателей и факторного анализа. Наряду с онтологией в составе системы предлагается использовать и математический аппарат нечеткой логики. Это позволяет использовать в составе системы показателей как количественные, так и качественные индикаторы. В результате были рассчитаны интегральные показатели минерального потенциала для всех видов сырья и отдельно по общераспространенным полезным ископаемым на территории Брянской области.

Список источников

1. 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. EDN YTFEHM.

2. Дадыкин В.С. Анализ, моделирование и прогноз оптимальных объемов запасов для устойчивого развития горнодобывающих предприятий // Недропользование XXI век. 2018. № 2 (71). С. 162–169. EDN XMHEEH.

3. Владов Р.А., Першин О.Ю. Интегрированное отраслевое решение для добычи нефти и газа «Интеллектуальное месторождение» // Автоматизация в промышленности. 2015. № 4. С. 22–29. EDN TRJRNT.

4. 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. EDN ZXFFLF.

5. Kuznetsova E., Dadykin V. 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. EDN YUYRUS.

6. 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. EDN XDITIN.

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. EDN YHUSOO.

8. Вяткин К.Ю. Интеллектуальное месторождение как метод снижения экологических рисков нефтегазового производства // Актуальные вопросы современной экономики. 2021. № 11. С. 54–57. EDN NMKGNU.

9. Остроумова Е.Г. Интеллектуальное месторождение: мировая практика и современные технологии // Газовая промышленность. 2012. № 7 (678). С. 10–11. EDN PDEDGN.

References

1. 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. EDN YTFEHM.

2. Dadykin V.S. Analysis, modeling and forecast of optimal reserves for the sustainable development of mining enterprises // Subsoil use XXI century. 2018. No. 2 (71). Pp. 162–169. EDN XMHEEH.

3. 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. EDN TRJRNT.

4. 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. EDN ZXFFLF.

5. Kuznetsova E., Dadykin V. 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. EDN YUYRUS.

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

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. EDN YHUSOO.

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

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

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 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 28.07.2023; одобрена после рецензирования 04.08.2023; принята к публикации 29.08.2023.
The article was submitted 28.07.2023; approved after reviewing 04.08.2023; accepted for publication 29.08.2023.