

Онтологическая модель системы воспроизводства минерально-сырьевого потенциала

В. С. Дадыкин, О. В. Дадыкина

Брянский государственный технический университет, г. Брянск, Россия

Аннотация. Одной из актуальных проблем развития минерально-сырьевого потенциала недр является отсутствие по некоторым видам минерального сырья достоверной информации об объеме прогнозных ресурсов и потенциальной возможности их перевода в условные запасы. Разнородность и многообразие источников информации не позволяет порой составить модель единого информационного хранилища с его атрибутами и связями. Традиционный подход к организации системы хранения информации на основе реляционной базы данных в данной ситуации не удастся применить. Поэтому актуальным является поиск альтернативы как самой системе хранения данных, так и подходам, которые применяются при ее наполнении и актуализации. Нами предлагается использовать для решения данной задачи онтологическую модель как способ организации системы хранения и систематизации разнородных источников информации. В то же время, учитывая достаточно большое количество альтернативных вариантов построения онтологической модели, нами предлагается базировать ее именно на понятии воспроизводства минерально-сырьевого потенциала.

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

An ontological model of the reproduction system of a mineral resource asset

V. S. Dadykin, O. V. Dadykina

Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

Abstract. One of the urgent problems in developing the subsoil mineral resource potential is the lack of reliable information on the volume of forecasted resources and the potential possibility of their transfer to conditional reserves for some types of mineral raw materials. The heterogeneity and diversity of information sources sometimes makes it impossible to create a model of a single information repository with its attributes and connections. The traditional approach to organizing an information storage system based on a relational database cannot be applied in this situation. Therefore, it is urgent to find an alternative to both the data storage system itself and the approaches that are used in its filling and updating. We propose to use an ontological model to solve this problem, as a way to organize a storage system and systematize heterogeneous sources of information. At the same time, taking into account a fairly large number of alternative options for constructing an ontological model, we propose to base it precisely on the concept of mineral resource potential.

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

Введение

Имеющиеся в настоящее время материалы по геологической изученности территории уже достаточно давно объединены в единую систему хранения данных [1]. В то же время ряд предметных областей в части хранения данных о геологической изученности, автоматизированного анализа данной информации и выработки на ее основе управленческих решений по ряду видов твердых полезных ископаемых и подземных вод в настоящее время является недостаточно хорошо исследованным [2,3].

Нами предлагается на основе методического подхода сформировать оптимальную онтологическую модель системы воспроизводства минерально-сырьевого потенциала с уче-

том особенностей последующего использования полученной базы данных для принятия управленческих решений в части воспроизводства минерально-сырьевого потенциала.

1. Проектирование онтологической модели для модели воспроизводства минерально-сырьевого потенциала

Минерально-сырьевой потенциал представляет собой совокупность запасов категорий $A+B+C_1+C_2$ и прогнозных ресурсов, которые могут быть приведены к условным запасам категории C_2 посредством их экспертной оценки.

Для расчета объема минерально-сырьевого потенциала недр необходимо анализировать следующие информационные ресурсы, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Перечень исследуемых источников по объемам минерально-сырьевых ресурсов

№ п/п	Класс	Параметр
1	Модель_воспроизводства_минерально-сырьевого_потенциала_ (МСП)	Доразведочное_ранжирование_объектов_по_минерально-сырьевому_потенциалу_(МСП)
2		Анализ_перспективной_потребности_в_МСП
3		Анализ_текущего_состояния_МСП
4		Определение_затрат_на_освоение_объектов_МСП
5		Оптимизация_структуры_запасов_и_размещения_объектов_предприятий_недропользователей
6		Подготовка_запасов_по_действующим_предприятиям_недропользователей
7		Подготовка_запасов_по_действующим_предприятиям_недропользователям

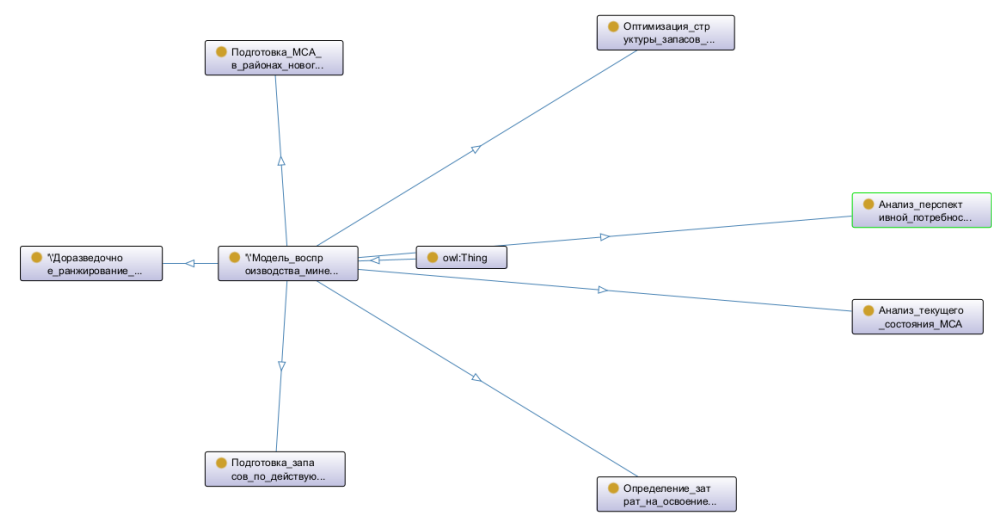


Рис. 1. Структура модели воспроизводства минерально-сырьевого потенциала

Структурный состав подкласса с кодом 3_1, представлен в таблице 2 и на рисунке 2.

Таблица 2

Структура подкласса «3_1_ Общие_параметры_ потенциала_ минеральных_ ресурсов»

№, п/п	Класс	Подкласс	Параметр
1	3_ Минеральный потенциал	3_1_ Общие_ параметры_ потенциала_ минеральных_ ресурсов	3_1_1_ Общая_ потенциальная_ восстанавливаемая_ ценность_ недр
2			3_1_2_ Потенциальная_ извлекаемая_ ценность_ недр_ административного_ региона
3			3_1_3_ Общая_ потенциальная_ восстанавливаемая_ ценность_ недр_ по_ ОПИ
4			3_1_4_ Потенциальная_ восстанавливаемая_ ценность_ недр_ административного_ региона_ по_ ОПИ

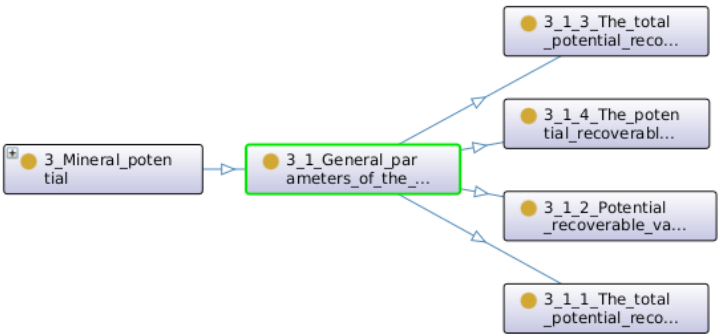


Рис. 2. Структура подкласса «3_1_ Общие_параметры_ потенциала_ минеральных_ ресурсов»

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

Таблица 3

Структура подкласса «3_2_ Специфичные_ параметры_ потенциала_ минеральных_ ресурсов»

№, п/п	Класс	Подкласс	Параметр
1	3_ Минеральный потенциал	3_2_ Специфичные_ параметры_ потенциала_ минеральных_ ресурсов	3_2_1_ Ценность_ недр_ на_ 1_ км²_ площади
2			3_2_2_ Ценность_ минеральных_ ресурсов_ на_ 1_ человека_ населения
3			3_2_3_ Ценность_ недр_ административного_ региона_ на_ 1_ км²_ площади
4			3_2_4_ Ценность_ недр_ административного_ региона_ на_ 1_ человека_ населения
5			3_2_5_ Ценность_ недр_ на_ 1_ км²_ из_ площади_ согласно_ по_ ОПИ
6			3_2_6_ Ценность_ минеральных_ ресурсов_ на_ 1_ человека_ населения_ по_ ОПИ
7			3_2_7_ Ценность_ недр_ административного_ региона_ на_ 1_ км²_ из_ площади_ по_ ОПИ
8			3_2_8_ Ценность_ недр_ административного_ региона_ на_ 1_ человека_ населения_ по_ ОПИ

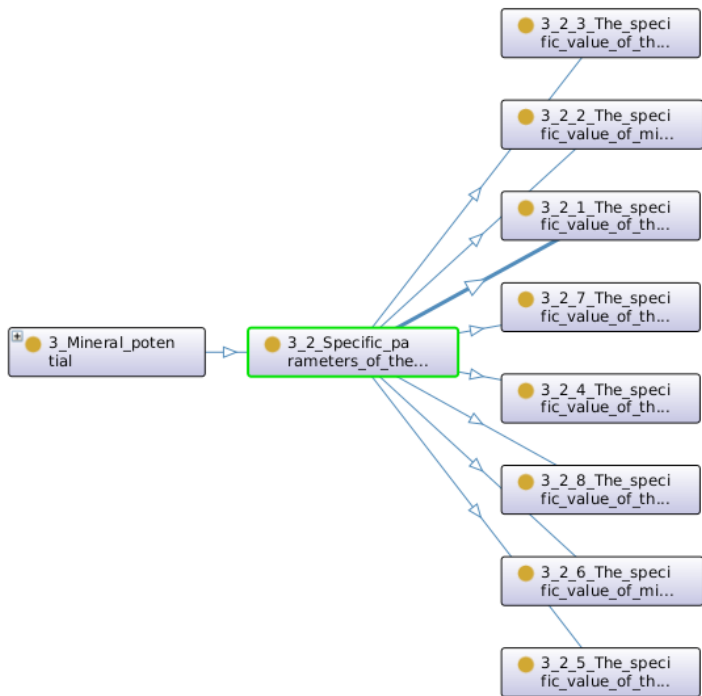


Рис. 3. Структура подкласса «3_2_ Специфичные_ параметры _потенциала_ минеральных_ ресурсов»

Структурный состав подкласса с кодом 3_3, представлен в таблице 4 и на рисунке 4.

Таблица 4

Структура подкласса «3_3_ Прогнозные_ ресурсы»

№, п/п	Класс	Подкласс	Параметр
1	3_ Минеральный потенциал	3_3_Прогнозные_ ресурсы	3_3_1_ Валовой_объем_прогнозируемых_ ресурсов_категорий_P1+P2+P3_(кроме_ОПИ)
2			3_3_2_ Валовой_объем_прогнозируемых_ ресурсов_категории_P1_(по_ОПИ)

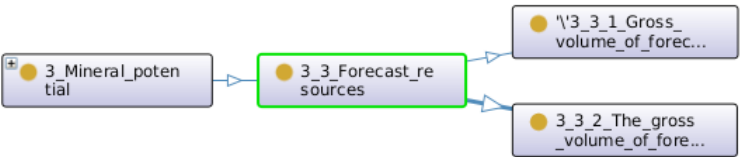


Рис. 4. Структура подкласса «3_3_ Прогнозные_ ресурсы»

В составе онтологической модели наряду с классами представлены также и объекты (в терминах системы Individuals). Объекты представляют собой экземпляры класса, к которому они относятся (рис. 5, 6).

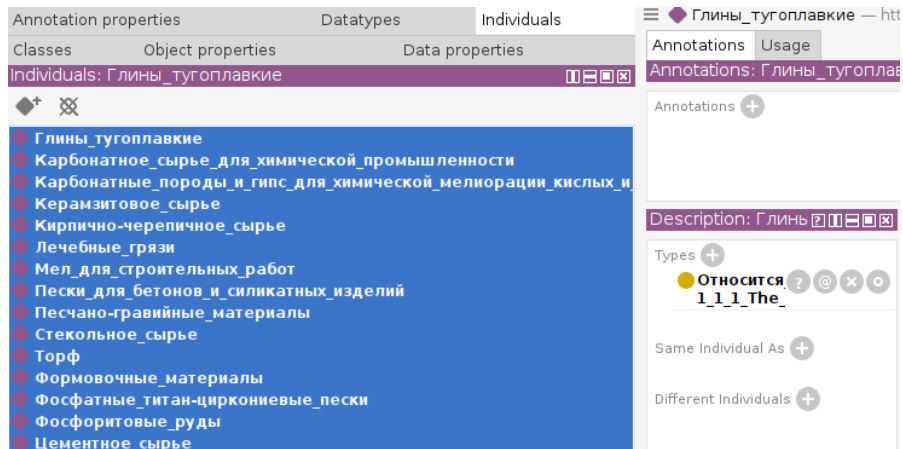


Рис. 5. Состав объектов для показателя 1_1_1_Вид_сырья

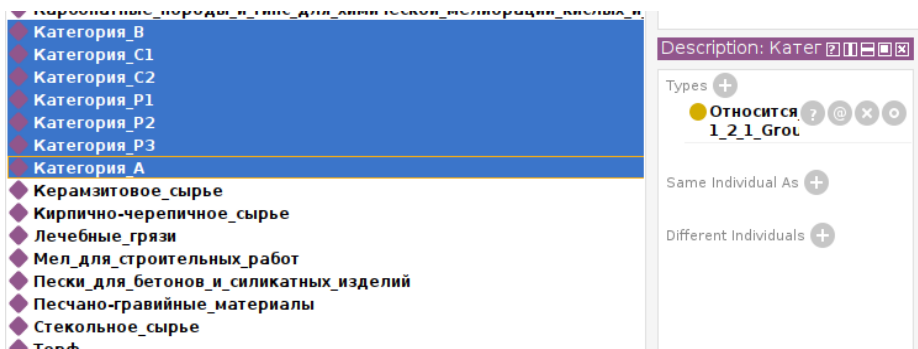


Рис. 6. Состав объектов для показателя 1_2_1_Группы_запасов_по_экономическим_категориям

Помимо классов и объектов в составе онтологической модели существуют «Свойства объектов» (рис. 7).

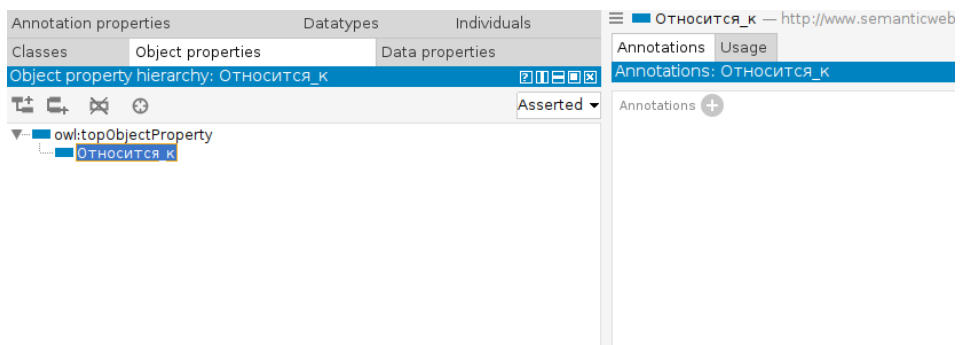


Рис. 7. Свойства объектов

С помощью свойств объектов возможно соотнести между собой классы и объекты в рамках онтологической модели (рис. 8).

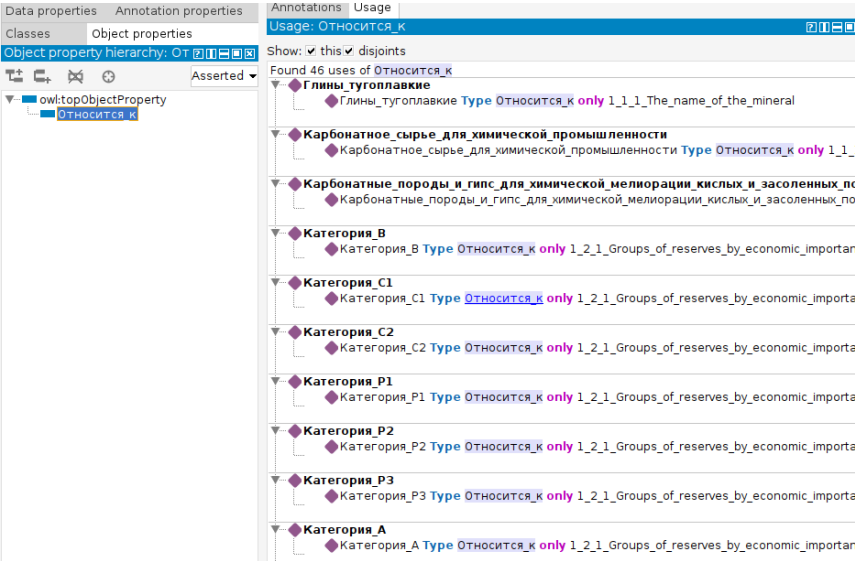


Рис. 8. Связь классов и объектов в онтологической модели

Таким образом, в рамках онтологической модели реализовано описание базовых сущностей и их дочерних (подчиненных) экземпляров.

2. Применение инструментов анализа данных для объекта исследования

Для проведения анализа данных для объекта исследования будем использовать общераспространенный инструментарий языка программирования Python, библиотеку Pandas и программный комплекс, содержащий Jupiter notebook. Для определения группы запасов с наибольшим объемом выполним сортировку данных с помощью команды в Jupiter notebook: `res2.sort_values(by = 'total', ascending=False)` (рис. 9).

	total	abc1	c2	share_abc1	after_balance
type					
Железные руды	7.160352e+07	3.299842e+07	3.226189e+07	232.0	6343207.0
Строительные камни	5.292043e+06	3.305721e+06	1.925601e+06	1081.0	60721.0
Бурый уголь	4.993314e+06	3.437825e+06	4.533850e+05	326.0	1102104.0
Торф	4.061557e+06	1.893467e+06	2.847600e+05	811.0	1889462.0
Гипс	2.858964e+06	1.841915e+06	9.650900e+05	161.0	51959.0
Песчано-гравийный материал	2.402018e+06	2.249204e+06	1.325700e+05	1003.0	20244.0
Пески строительные и силикатные	2.183496e+06	1.814375e+06	3.328050e+05	1469.0	36316.0
Фосфоритовые руды	1.995133e+06	5.605180e+05	7.108760e+05	271.0	723739.0
Глины легкоплавкие (кирпичные)	1.309246e+06	1.057702e+06	2.503860e+05	1442.0	1158.0
Флюсовые известняки	1.120349e+06	1.014879e+06	1.054700e+05	281.0	0.0
Сапропель	1.080825e+06	4.666227e+05	6.142020e+05	587.0	15834.0
Мел	1.015873e+06	7.148580e+05	1.863700e+05	508.0	114645.0
Формовочные материалы	1.012628e+06	6.674490e+05	3.328530e+05	992.0	12097.0

Рис. 9. Результаты сортировки таблицы по видам сырья

Проанализировав полученный результат, можно сделать вывод о том, что наибольшие объемы запасов в анализируемом датасете представлены по железной руде, строительным камням, бурому углю, торфу.

Для фиксации изменений в итоговом файле необходимо последовательно выполнить следующие команды (рис. 10).

Ввод [28]: `res2.sort_values(by = 'total', ascending=False, inplace=True)`

Ввод [29]: `res2.to_csv('res2.csv', index=False)`

Рис. 10. Команды для фиксации изменений в датафрейме

В приложении В представлены полные итоговые версии таблиц.

Для получения сводной информации по датафрейму возможно воспользоваться командой `describe()` (рис. 11).

Ввод [7]: `df1.describe()`

Out[7]:

	total	abc1	c2	share_abc1	after_balance
count	2.710000e+02	2.620000e+02	2.350000e+02	262.000000	1.960000e+02
mean	3.876778e+05	2.112096e+05	1.670774e+05	80.740458	5.348634e+04
std	3.550950e+06	1.593866e+06	1.787785e+06	24.932272	3.980432e+05
min	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000	0.000000e+00
25%	1.287350e+03	1.265465e+03	0.000000e+00	66.000000	0.000000e+00
50%	2.186900e+04	1.971000e+04	1.607000e+03	93.500000	0.000000e+00
75%	1.110825e+05	7.835400e+04	1.768850e+04	100.000000	3.303500e+03
max	5.656855e+07	2.428785e+07	2.687505e+07	100.000000	5.405654e+06

Рис. 11. Сводная информация по датафрейму

Данная команда позволяет получить наиболее общую информацию по датафрейму, содержащую статистические данные по всем числовым столбцам, в том числе общее и среднее значение запасов в разрезе по категориям и видам сырья, минимальные значения, среднеквадратичное отклонение и т.д.

Заключение

В данной работе была рассмотрена онтологическая модель минерально-сырьевой базы, сочетающая данные по перспективному минерально-сырьевому потенциалу недр. Понимание перспективы развития и изменения минерально-сырьевых запасов особенно необходимо при планировании геологоразведочных работ и оценке деятельности минерально-сырьевого комплекса.

Использование онтологической модели Protege в тандеме с аналитическими возможностями стека языка программирования Python и библиотеки Pandas позволяет на основе первоначально неструктурированных или слабо структурированных данных получать статистические результаты, использование которых на практике будет способствовать оперативному принятию управленческих решений по развитию минерально-сырьевого потенциала недр.

В перспективе планируется использовать для анализа математический аппарат нейронных сетей с точки зрения предикативной аналитики по вопросам недропользования.

Литература

1. Дадыкин, В. С. Аддитивная модель оценки минерально-сырьевого потенциала / В. С. Дадыкин // Минеральные ресурсы России: Экономика и управление. – 2018. – № 2. – С. 40–42.

2. Гаврилова, Т.А. Инженерия знаний. Модели и методы / Т. А. Гаврилова, Д. В. Кудрявцев, Д. И. Муромцев. – СПб. : Лань, 2016. – 324 с.
3. Боголюбский, А. Д. Состояние и перспективы развития Государственного банка цифровой геологической информации / А. Д. Боголюбский, Т. Ф. Мерецкова, С. А. Гипш, А. А. Блискавицкий // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2012. – № 4. – С. 106–112.
4. Блискавицкий А. А. Особенности реализации веб-подсистемы Картографической информационно-поисковой системы (КИПС) ГБЦГИ / А. А. Блискавицкий, К. Н. Марков // Геоинформатика. – 2012. – № 1. – С. 7–20.
5. Блискавицкий, А. А. Современное состояние и перспективы развития Картографической информационно-поисковой системы (КИПС) ГБЦГИ // Геоинформатика. – 2011. – № 3. – С. 1–16.

References

1. Dadykin, V.S. Additivnaia model' otsenki mineral'no-syr'evogo potentsiala [Additive model of mineral resource potential assessment]. *Mineral'nye resursy Rossii: Ekonomika i upravlenie*, 2018, no. 2, pp. 40–42. (In Russ.)
2. Gavrilova, T.A., Kudriavtsev D.V., Muromtsev D.I. *Inzheneriia znani. Modeli i metody* [Engineering of knowledge. Models and methods]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2016. (In Russ.)
3. Bogoliubskii A.D., Meretskova T.F., Gipsh S.A., and Bliskavitskii A.A. Sostoianie i perspektivy razvitiia Gosudarstvennogo banka tsifrovoi geologicheskoi informatsii [The state and prospects of development of the State Bank of Digital Geological information]. *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie*, 2012, no. 4, pp. 106–112. (In Russ.)
4. Bliskavitskii A.A. and Markov K.N. Osobennosti realizatsii veb-podsistemy Kartograficheskoi informatsionno-poiskovoi sistemy (KIPS) GBTsGI [Features of the implementation of the web subsystem of the Cartographic information retrieval system (KIPS) GBTSGI]. *Geoinformatika*, 2012, no. 1, pp. 7–20. (In Russ.)
5. Bliskavitskii A.A. Sovremennoe sostoianie i perspektivy razvitiia Kartograficheskoi informatsionno-poiskovoi sistemy (KIPS) GBTsGI [The current state and prospects of development of the Cartographic information retrieval system (KIPS) GBTSGI]. *Geoinformatika*, 2011, no. 3, pp. 1–16. (In Russ.)

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

E-mail: dadykin88@bk.ru

DADYKIN Valery Sergeevich – Doctor of 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», ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет».

E-mail: Atamanova_281287@mail.ru

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