

Научная статья

Статья в открытом доступе

УДК 004.02

doi: 10.30987/2658-6436-2023-1-73-80

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫМ КОМПЛЕКСОМ РЕГИОНА

Елена Валентиновна Кузнецова¹, Елена Эдуардовна Аверченкова²

^{1,2} Брянский государственный технический университет, г. Брянск, Россия

¹ Helena_a81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1514-5790>

² lena_ki@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2098-6156>

Аннотация. Цель исследования заключается в постановке модели подсистемы контроля в системе управления минерально-сырьевым комплексом региона. Основная задача, решению которой посвящена статья заключается в формировании блок-схемы алгоритма функционирования подсистемы контроля в системе управления минерально-сырьевым комплексом региона для мониторинга показателей (индикаторов) подпрограммы 1 «Воспроизводство минерально-сырьевой базы, геологическое изучение недр» в рамках государственной программы РФ «Воспроизводство и использование природных ресурсов». В работе были использованы понятия теоретико-множественный подхода и метод математического анализа. Особенностью работы является формирование алгоритма функционирования подсистемы контроля в системе управления минерально-сырьевым комплексом региона, применению математического инструментария. В результате исследования предложенная модель подсистемы контроля в системе управления минерально-сырьевым комплексом региона была апробирована на примере статистических данных запасов по пяти видам твердых полезных ископаемых. Адекватность полученной модели подсистемы контроля в системе управления минерально-сырьевым комплексом региона подтверждается проведенными в работе расчетами. Смоделированная подсистема контроля может тиражироваться на другие виды полезных ископаемых.

Ключевые слова: минерально-сырьевой комплекс региона, система управления, подсистема контроля, моделирование

Для цитирования: Кузнецова Е.В., Аверченкова Е.Э. Моделирование подсистемы контроля в системе управления минерально-сырьевым комплексом региона // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. 2023. №1 (19). С. 73-80. doi: 10.30987/2658-6436-2023-1-73-80.

Original article

Open Access Article

MODELLING THE CONTROL SUBSYSTEM IN THE MANAGEMENT SYSTEM OF THE REGION'S MINERAL RESOURCE COMPLEX

Elena Valentinovna Kuznetsova¹, Elena Eduardovna Averchenkova²

^{1,2} Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

¹ Helena_a81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1514-5790>

² lena_ki@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2098-6156>

Abstract. The paper proposes methods and tools for automated detection of a security violator at a transport infrastructure facility. The work considers the possibilities of using autonomous technical means as a tool for illegally obtaining information on a transport infrastructure facility, which is necessary for preparing an act of unlawful interference. The means and systems for ensuring the transport security of the seaport are analysed. Research is carried out in the field of existing means and methods for the automated detection of such autonomous technical resources as unmanned aerial vehicles, to analyse the sufficiency or identify the need for further research and development; also the possibility of their use as a technical means of ensuring transport security is determined. The objective was set to develop an automated system based on the acoustic detection method with the subsequent video verification. In the future, this system can be used as an additional module for unmanned aircraft detection systems that are based on other detection methods. The integrated system allows minimizing the risk of errors of the first and second kind, which makes it possible to use it as a technical means of ensuring transport security.

Keywords: methods, tools, automation, intruder detection, information security, transport infrastructure, transport security, transport infrastructure facility security

For citation: Kuznetsova E.V., Averchenkova E.E. Modelling the control subsystem in the management system of the region's mineral resource complex. Automation and modeling in design and management, 2023, no. 1 (19). pp. 73-80. doi: 10.30987/2658-6436-2023-1-73-80.

Введение

Воспроизводство минеральных ресурсов является неотъемлемой частью благополучного экономического развития государства. Дефицит запасов полезных ископаемых негативно сказывается на эффективности работы большинства горнодобывающих предприятий и, как следствие, на всю геологическую отрасль. Учитывая специфичность геологоразведочных работ, заключающуюся в стадийности, сезонности, труднодоступной местности и долгосрочности, важно понимать, что от поставленной цели до ее достижения может пройти от двух до десяти лет. В этой связи на региональном уровне необходимо вносить корректировки в управленческие решения, от которых будет зависеть благополучное развитие минерально-сырьевой базы в виде ее восполнения.

Данное исследование основывается на предыдущих работах авторов [1 – 7], в которых развивалось научное направление, обосновывающее применение теории управления к региональным социально-экономическим системам, в том числе и к минерально-сырьевым комплексам региона (МСКР). Так, были показаны общие методологические подходы к управлению регионами [1], обозначены перспективы моделирования систем управления применительно как региону в целом [1], так и его минерально-сырьевому комплексу в частности [2]. Важное место в предыдущих исследованиях занимает учет влияния внешней среды на регион [3, 4] и его минерально-сырьевой комплекс [5]. Отметим, что управление в разрабатываемых системах управления основывается на теории управления и обосновывается с учетом методов теории принятия решений [6], а компенсация отклонений при формировании выходных координат основана на использовании принципа отрицательной обратной связи [7].

В данной работе предлагается рассмотреть частные вопросы, конкретизирующие ранее уже формализованную систему управления минерально-сырьевым комплексом региона (СУ МСКР). Так, в центре внимания авторов – описание объекта управления и моделирования подсистемы контроля СУ МСКР. Отметим, что управление МСКР является важной задачей, поставленной государством в стратегии развития геологической отрасли до 2030 г., в частности в разделе подпрограммы 1 «Воспроизводство минерально-сырьевой базы, геологическое изучение недр» государственной программы «Воспроизводство и использование природных ресурсов» [8, 9].

Предметная область исследования

В качестве опорной системы управления выступает модель СУ МСКР, представленная на рис. 1.

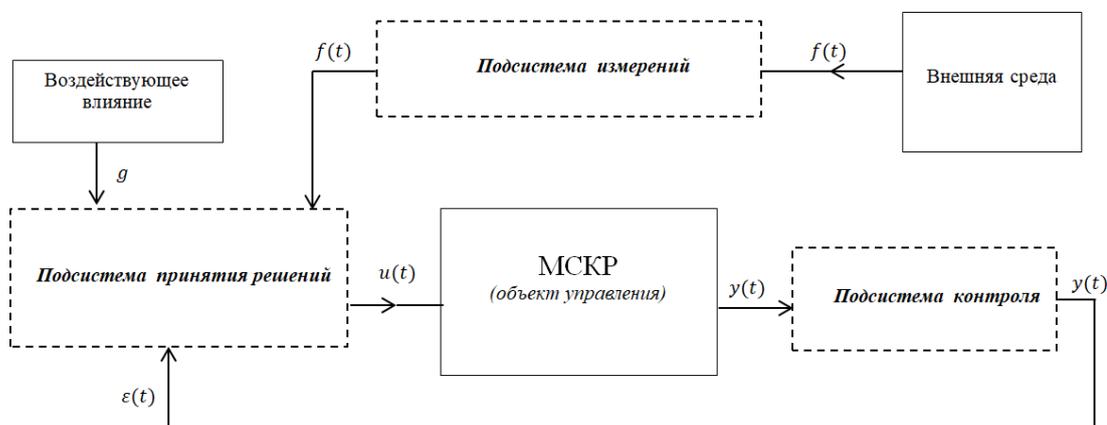


Рис. 1. Модель системы управления минерально-сырьевым комплексом региона

Fig. 1. Model of the management system for the mineral resource complex of the region

Основными составляющими модели являются: (1) – воздействующее влияние g , заданное показателями (индикаторами) программы геологического изучения недр и воспроизводством минеральных ресурсов; (2) – подсистема принятия решений, включающая в себя систему поддержки принятия решений «Недра» и лицо, принимающее решение (сотрудник департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды региона); (3) – объект управления (МСКР); (4) – подсистему контроля, состоящую из двух элементов контроля: (4.1) – алгоритма оценки состояния МСКР и (4.2) – мониторинга выполнения показателей (индикаторов) подпрограммы 1 «Воспроизводство минерально-сырьевой базы, геологическое изучение недр»; (5) – внешнюю среду, представленную совокупностью ведомств на региональном и федеральном уровнях (Ростехнадзор, Росприроднадзор, Роснедра); (6) – подсистему измерений, состоящую из (6.1) – алгоритма экспертной оценки состояния внешней среды и (6.2) – алгоритма оценка изменения баланса обеспеченности запасами и ресурсами МСКР.

В составе модели определим матрицу управляющего воздействия G , содержащую численные показатели (индикаторы), заданные: (1) – стратегией развития геологической отрасли до 2030 г. [8]; (2) – подпрограммой 1 «Воспроизводство минерально-сырьевой базы, геологическое изучение недр» государственной программы «Воспроизводство и использование природных ресурсов» [11]. Затем показатели (индикаторы) с помощью подсистемы принятия решений распределяются на регион, формируя, или корректируя, в случае отрицательной обратной связи, управляющее воздействие $u(t)$ на объект управления (МСКР).

Выходные координаты $y(t)$ содержат информацию об объекте управления в момент времени t_k . Информационный поток $y(t)$ представлен данными из отчетов, формируемых предприятиями МСКР. Данные из отчетов поступают в подсистему контроля, где анализируются на наличие ошибки $\varepsilon(t)$, которая определяется как $\varepsilon(t) = y(t) - g$. В подсистему принятия решений поступает информация о наличии или отсутствии ошибки $\varepsilon(t)$. Величина $\varepsilon(t)$ учитывается при формировании управляющего воздействия в последующих периодах $(t + 1)$.

Воздействие $f(t)$ внешней среды на МСКР оценивается подсистемой измерений, информация от которой поступает на подсистему принятия решений. Таким образом, в СУ МСКР учитывается принцип управления по возмущению. Внешняя среда представлена законодательством о недропользовании «Воспроизводство минерально-сырьевой базы, геологическое изучение недр».

Минерально-сырьевой комплекс региона содержит информацию о комплексе показателей (прирост среднемасштабной геологической изученности территории, доля лицензий на пользование недрами, по которым недропользователь не выполняет существенные условия по уровню добычи и срокам ввода, воспроизводство минерально-сырьевой базы по различным видам твердых полезных ископаемых и др.) формируемый МСКР и характеризующийся разными наборами показателей, на которые накладываются ограничения в виде освоения ресурсов. Информация об объекте фиксируется ежеквартально.

Материалы, модели, эксперименты и методы

Применяя теоретико-множественный подход, представим матричный вид объекта управления (МСКР). Элементами матрицы G выступают векторы, определяющие плановые группы показателей, или индикаторов, заданные целевыми значениями из нормативной документации [10, 11]:

$$\begin{cases} G = \|g_{ij}\|_{i=1, j=1}^{3 \times 79}, \\ g_1 = (g_{1,1}, g_{1,1}, \dots, g_{1,15}), \\ g_2 = (g_{2,1}, g_{2,2}, \dots, g_{2,79}), \\ g_3 = (g_{3,1}, g_{3,2}). \end{cases} \quad (1)$$

где g_i – вектор, содержащий i -ую подпрограмму государственной программы 1 «Воспроизводство минерально-сырьевой базы, геологическое изучение недр»; g_{ij} – i -ый показатель j -ой группы задач, или индикаторов, подпрограммы 1 «Воспроизводство минерально-сырьевой базы, геологическое изучение недр»; матрица G определяется размерностью 3×79 , т.к. n – количество i -ых групп задач, $n = 1, \dots, 3, n \in N$; m – количество показателей, или индикаторов, в каждой i -ой группе задач подпрограммы 1, $m = 1, \dots, 79, m \in N$.

Конкретизируем, что в соответствии со «Стратегией развития геологической отрасли до 2030 г.» [8], подпрограмма 1 включает в себя целевые значения показателей по трем группам задач:

- 1) g_1 – задача 1.1 «Повышение геологической изученности территории Российской Федерации и ее континентального шлейфа, Арктики и Антарктики, получение геологической информации»;
- 2) g_2 – задача 1.2 «Обеспечение воспроизводства минерально-сырьевой базы»;
- 3) g_3 – задача 1.3 «Обеспечение рационального использования минерально-сырьевых ресурсов».

Соответственно, задача 1.1 содержит 15 показателей, задача 1.2 содержит 79 показателей, задача 1.3 включает в себя 2 показателя [9], что и определило размерность матрицы G управляющего воздействия.

Формализуем матрицу текущего состояния объекта управления X , для $t \in [t_0; t_k]$ элементами которой выступают векторы, определяющие текущие значения групп показателей (индикаторов), подпрограммы 1 «Воспроизводство минерально-сырьевой базы, геологическое изучение недр» за анализируемый период:

$$\begin{cases} X = \|x_{ij}(t)\|_{i=1, j=1}^{3 \times 79}, \\ x_1(t) = (x_{1,1}(t), x_{1,2}(t), \dots, x_{1,15}(t)), \\ x_2(t) = (x_{2,1}(t), x_{2,2}(t), \dots, x_{2,79}(t)), \\ x_3(t) = (x_{3,1}(t), x_{3,2}(t)). \end{cases} \quad \text{для } t \in [t_0; t_k] \quad (2)$$

где x_i – вектор, содержащий i -ую группу задач, подпрограммы 1; $x_{ij}(t)$ – текущие значения j -ого показателя i -ой группы задач, или индикаторов, подпрограммы 1 при $n - t \in [t_0; t_k]$; n – количество i -ых групп задач.

Также модель управления МСКР требует формализации матрицы Y выходных координат на момент времени t_k . Элементы матрицы Y это – векторы, определяющие текущие значения групп показателей (индикаторов) подпрограммы 1 «Воспроизводство минерально-сырьевой базы, геологическое изучение недр в момент времени t_k .

$$\begin{cases} Y = \|y_{ij}(t_k)\|_{i=1, j=1}^{3 \times 79}, \\ y_1(t_k) = (y_{1,1}(t_k), y_{1,2}(t_k), \dots, y_{1,15}(t_k)), \\ y_2(t_k) = (y_{2,1}(t_k), y_{2,2}(t_k), \dots, y_{2,79}(t_k)), \\ y_3(t_k) = (y_{3,1}(t_k), y_{3,2}(t_k)). \end{cases} \quad (3)$$

где $y_i(t)$ – вектор, содержащий i -ую группу задач, подпрограммы 1; $y_{ij}(t_k)$ – j -ый показатель i -ой группы задач, или индикаторов, подпрограммы 1; n – количество i -ых групп задач в момент времени t_k .

Обратная связь в СУ МСКР предполагает формализацию матрицы \mathcal{E} ошибок на момент времени t_k :

$$\mathcal{E} = \|\varepsilon_{ij}(t_k)\|_{i=1, j=1}^{3 \times 79} \quad (4)$$

где $\varepsilon_{ij}(t_k)$ представляет собой ошибку, которая возникает при отклонении j -ого показателя i -ой группы задач, или индикаторов, подпрограммы 1 выходной координаты $y(t_k)$ от их плановых значений g показателей, или индикаторов; определим, что $\varepsilon_{ij}(t_k) = y_{ij}(t_k) - g_{ij}$.

Результаты и их обсуждение

Ключевым механизмом управления в СУ РСЭС МСКР выступает подсистема контроля, подразумевающая расчет ошибки $\varepsilon(t)$ отклонений выходной координаты $y(t)$ от их целевых значений g показателей. Определим, что подсистема контроля в СУ МСКР функционирует с шагом $t = 3$ мес. Такая периодичность обусловлена необходимостью текущего (ежеквартального) мониторинга показателей (индикаторов) для достижения выполнения показателей (индикаторов) программы геологического изучения недр и воспроизводства минеральных ресурсов. На рис. 2 приведена блок-схема алгоритма функционирования подсистемы контроля СУ МСКР.



Рис. 2. Блок-схема алгоритма функционирования подсистемы контроля СУ МСКР

Fig. 2. The block diagram of the algorithm of functioning of the subsystem of control of SU MSKR

Основными элементами приведенной блок-схемы являются: (1) – определение значений целевых показателей g_{ij} в рамках подпрограммы 1 «Воспроизводство минерально-сырьевой базы и геологическое изучение недр»; (2) – сбор с предприятий МСКР отчетов по

казателей подпрограммы 1 с ежеквартальной периодичностью по формам, утвержденным приказом министерства от 30.03.2010 № 20-О; (3) – формирование выходной координаты $y_{ij}(t_k)$ на конец отчетного периода, с учетом корректировки управленческих решений и сведений из базы данных МСКР; (4) – расчет ошибки, значение которой получаем по формуле: $\varepsilon_{ij}(t_k) = y_{ij}(t_k) - g_{ij}$ с последующей передачей полученных значений в базу данных МСКР; (5) – расчет доверительного интервала $\Theta_{ij}(t_k) = [y_{ij}(t_k) - 1,5\sigma; y_{ij}(t_k) + 1,5\sigma]$; (6) – проверка ошибки на предмет принадлежности ее к доверительному интервалу. Если ошибка существует, вносятся корректирующие управленческие решения при формировании $y_{ij}(t_k)$ на следующий квартал.

Рассмотрим пример алгоритма подсистемы контроля в СУ МСКР по пяти показателям (индикаторам) государственной программы геологического изучения недр и воспроизводства минеральных ресурсов, получаем результаты, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Расчет ошибки $\varepsilon_{ij}(t_k)$

Table 1

Calculation of the error $\varepsilon_{ij}(t_k)$

Наименование показателя (индикатора)	Значения	Период			
		I квартал, t_1	II квартал, t_2	III квартал, t_3	IV Квартал, t_4
Уран (тыс. тонн)	g_{2_6}	2	4	6	8
	$y_{2_6}(t_k)$	1	4	7,5	8
	$1,5\sigma$	1,035	1,035	1,035	1,035
	$\Theta_{2_6}(t_k)$	[0,96; 3,04]	[2,96; 5,04]	[4,96; 7,04]	[6,96; 9,04]
	$\varepsilon_{2_6}(t_k)$	–	–	+	–
Глины, кирпичные и керамзитовые (млн. куб. м)	g_{2_74}	49	98	147	190
	$y_{2_74}(t_k)$	20	69	89	159
	$1,5\sigma$	54,07	54,07	54,07	54,07
	$\Theta_{2_74}(t_k)$	[5,07; 103,1]	[43,93; 152,1]	[92,93; 201,1]	[135,93; 244,1]
	$\varepsilon_{2_74}(t_k)$	–	–	+	–
Пески строительные и силикатные (млн. куб. м.)	g_{2_77}	48	96	143	191
	$y_{2_77}(t_k)$	54	96	135	196
	$1,5\sigma$	28,26	28,26	28,26	28,26
	$\Theta_{2_77}(t_k)$	[19,7; 76,26]	[67,7; 124,26]	[114,7; 171,26]	[162,7; 219,26]
	$\varepsilon_{2_77}(t_k)$	–	–	–	–
Песчано-гравийные материалы (млн. куб. м.)	g_{2_78}	49	98	147	195
	$y_{2_78}(t_k)$	90	100	118	190
	$1,5\sigma$	54,07	54,07	54,07	54,07
	$\Theta_{2_78}(t_k)$	[-5,07; 03,07]	[43,9; 152,07]	[92,93; 201,07]	[140,93; 249,07]
	$\varepsilon_{2_78}(t_k)$	–	–	–	–
Олово (тыс. тонн)	g_{2_22}	3,5	7	11	15
	$y_{2_22}(t_k)$	2	6	8	16
	$1,5\sigma$	5,67	5,67	5,67	5,67
	$\Theta_{2_22}(t_k)$	[-2,17; 9,17]	[1,33; 12,67]	[5,33; 16,67]	[9,33; 20,67]
	$\varepsilon_{2_22}(t_k)$	–	–	–	–

В приведенной табл. 1 для расчета ошибки $\varepsilon_{ij}(t_k)$ в качестве плановых показателей (индикаторов) подпрограммы 1 «Воспроизводство минерально-сырьевой базы, геологическое изучение недр» используются показатели задачи 1.2 «Обеспечение воспроизводства минерально-сырьевой базы» (g_2), по категориям запасов. Показателем g_{2_6} являются запасы урана по категориям C_1+C_2 , обозначенные шестым по счету показателем во второй задаче подпрограммы 1. Аналогичным образом введены обозначения для глин, кирпичных и керамзитовых (g_{2_74}), песков строительных и силикатных (g_{2_77}), песчано-гравийных материалов (g_{2_78}) и олова (g_{2_22}).

Значения стандартного отклонения σ для доверительного интервала рассчитывались за семилетний период с 2015 г. по 2021 г. по данным ежегодной статистической отчетности. Значения $1,5\sigma$ выбраны для расчета, в связи с достаточной для подсистемы контроля точностью выхода реальных значений за пределы доверительного интервала.

Заключение

Проведенные расчеты в табл. 1 показали адекватность полученной модели подсистемы контроля в СУ МСКР. Так для значений разведанных запасов урана и кирпичных и керамзитовых глин присутствует ошибка в третьем квартале, т.е. выход фактических значений за пределы диапазона доверительного интервала. Наличие ошибки позволяет своевременно внести корректирующие правки в принятие управленческих решений, а также скорректировать значения $y_{ij}(t_k)$ на следующий квартал, что поможет снизить вероятность возникновения ошибки в будущем.

Список источников:

1. Аверченкова Е.Э. Методологические подходы к управлению региональной социально-экономической системой // Известия Юго-Западного государственного университета. 2019. Т. 23(6). С. 148-160. <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2019-23-6-148-160>.
2. Кузнецова Е.В., Дадькин В.С. Моделирование системы управления минерально-сырьевым комплексом региона с использованием принципа обратной связи // Информатизация и связь. 2021. № 2. С. 134-138.
3. Elena Averchenkova, Andrey Averchenkov. Analysis Of The External Environment Of The Regional Socio-Economic System, European International Conference on Finance, Entrepreneurship and Technologies In Digital Economy, St. Petersburg University of Management Technologies and Economics, St.Petersburg, Russia (Virtual). 2020. P. 255-263. Doi: 10.15405/epsbs.2021.03.33.
4. Аверченкова Е.Э., Паринов А.В. Модель мониторинга внешней среды региональной социально-экономической системы // Вестник Воронежского института ФСИН России. 2020. №2. С. 26-33.
5. Кузнецова Е.В. Система управления минерально-сырьевым комплексом региона с учетом анализа рисков внешней среды // Системы управления и информационные технологии. 2021. № 2 (84). С. 40
6. Кузнецова Е.В. Методика оценки эффективности геологоразведочных работ в системе управления минерально-сырьевым комплексом региона // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. Т. 10. № 2 (54). С. 35-39.
7. Averchenkova E. Modeling the Control Object in the Management System of the Regional Socioeconomic System. In: Voinov N., Schreck T., Khan S. (eds) Proceedings of International Scientific Conference on Telecommunications, Computing and Control. Smart Innovation, Systems and Technologies. Springer, Singapore. 2021. Vol. 220. https://doi.org/10.1007/978-981-33-6632-9_35
8. Стратегия развития геологической отрасли до 2030 года. Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.mnr.gov.ru/docs/strategii_i_doktriny/

References:

1. Averchenkova E.E. Methodological Approaches to Regional Socio-Economic System Management. Proceedings of the South-West State University [Internet]. 2019;23(6):148-160. Available from: <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2019-23-6-148-160>
2. Kuznetsova E.V., Dadykin V.S. Modelling of the Management System of the Mineral Resource Complex of the Region Using the Feedback Principle. Informatization and Communication. 2021;2:134-138.
3. Averchenkova E, Averchenkov A. Analysis of the External Environment of the Regional Socio-Economic System. In: Proceedings of European International Conference on Finance, Entrepreneurship and Technologies in Digital Economy; St. Petersburg: University of Management Technologies and Economic: 2020. p. 255-263. doi: 10.15405/epsbs.2021.03.33
4. Averchenkova E.E., Parinov A.V. The Model of Monitoring the External Environment of the Regional Socio-Economic System. Vestnik of Voronezh Institute of the Russian Federal Penitentiary. 2020;2:26-33.
5. Kuznetsova E.V. Management System for the Region's Mineral Resource Complex, Taking into Account the Risk Analysis of the External Environment. Management Systems and Information Technologies. 2021;2(84):40.
6. Kuznetsova E.V. Methodology for Evaluating the Effectiveness of Exploration Work in the Management System of the Region's Mineral Resource Complex. XXI Century: Resumes of the Past and Challenges of the Present Plus. 2021;10-2(54):35-39.
7. Averchenkova E. Modelling the Control Object in the Management System of the Regional Socioeconomic System. In: Voinov N, Schreck T, Khan S, editors. Proceedings of International Scientific Conference on Telecommunications, Computing and Control: Smart Innovation, Systems and Technologies [Internet]; Singapore: Springer: 2021(220). Available from: https://doi.org/10.1007/978-981-33-6632-9_35
8. Strategy for the Development of the Geological Industry until 2030 [Internet]; 2022 [cited 2022 Feb 03]. Available from: http://www.mnr.gov.ru/docs/strategii_i_

strategiya_razvitiya_geologicheskoy_otrasli_do_2030_goda/ Дата обращения: 03.02.2022.

9. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 322 “Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Воспроизводство и использование природных ресурсов». Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70540950> Дата обращения: 04.04.2022.

10. Kuznetsova E., Dadykin V. Analysis of an Industrial and Raw Material Facility as a Socio-Economic System. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon. Vladivostok. Russian Federation 2020. DOI: 10.1109/FarEastCon50210.2020.9271435.

11. Паспорт подпрограммы 1 «Воспроизводство минерально-сырьевой базы, геологическое изучение недр» государственной программы РФ «Воспроизводство и использование природных ресурсов» (в ред. Постановления Правительства РФ от 31.03.2020 N 379) URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_162083/41c706f49727a445568995b0c0687f08ac39865f/ (дата обращения: 04.02.2021).

12. Дадыкин В.С., Дадыкина О.В. Формирование системы управления минерально-сырьевым комплексом региона на примере республики Саха (Якутия). Брянск: Усова И.Н. 2021. 122 с.

13. Дадыкин В.С., Дадыкина О.В., Кузнецова Е.В. Разработка и применение геоинформационной аналитической системы в управлении недропользованием на территории республики Саха (Якутия). Брянск: Усова И.Н. 2021. 130 с.

14. Волков А.В., Сидоров А.А. О развитии минерально-сырьевого комплекса России // Вестник Рос. акад. наук. 2015. Т. 85. № 4. С.351-358.

Информация об авторах:

Кузнецова Елена Валентиновна

старший преподаватель, Брянский государственный технический университет, ORCID 0000-0003-1514-5790

Аверченкова Елена Эдуардовна

кандидат технических наук, доцент, Брянский государственный технический университет, ORCID 0000-0003-2098-6156

doktriny/ strategiya_razvitiya_geologicheskoy_otrasli_do_2030_goda/

9. Decree of the Government of the Russian Federation No. 322 “On Approval of the State Programme of the Russian Federation “Reproduction and Use of Natural Resources” [Internet]; 2015 Apr 15 [cited 2022 Apr 04]. Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70540950>

10. Kuznetsova E, Dadykin V. Analysis of an Industrial and Raw Material Facility as a Socio-Economic System. In: Proceedings of the International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon); Vladivostok: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2020. doi: 10.1109/FarEastCon50210.2020.9271435

11. Passport of Subprogram 1 “Reproduction of the Mineral Resource Base, Geological Study of the Subsoil” of the State Programme of the Russian Federation “Reproduction and Use of Natural Resources” N 379 [Internet]; 2020 Mar 31 [cited 2021 Feb 04]. Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_162083/41c706f49727a445568995b0c0687f08ac39865f/

12. Dadykin V.S., Dadykina O.V. Forming the Management System for the Region’s Mineral Resource Complex on the Example of the Republic of Sakha (Yakutia). Bryansk: Usova I.N; 2021.

13. Dadykin V.S., Dadykina O.V., Kuznetsova E.V. Developing and Applying a Geoinformation Analytical System in the Subsoil Use Management on the Territory of the Republic of Sakha (Yakutia). Bryansk: Usova I.N; 2021.

14. Volkov A.V., Sidorov A.A. On the Development of the Mineral Resource Complex of Russia. Russian Academy of Sciences. 2015;85(4):351-358.

Information about authors:

Kuznetsova Elena Valentinovna

Senior Lecturer of Bryansk State Technical University, ORCID: 0000-0003-1514-5790

Averchenkova Elena Eduardovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Bryansk State Technical University, ORCID: 0000-0003-2098-6156

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 01.08.2022; одобрена после рецензирования 09.09.2022; принята к публикации 16.09.2022.

The article was submitted 01.08.2022; approved after reviewing 09.09.2022; accepted for publication 16.09.2022.

Рецензент – Казаков О.Д., кандидат экономических, доцент, Брянский государственный инженерно-технологический университет.

Reviewer – Kazakov O.D., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Bryansk State Engineering Technological University.