

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ СРЕД РАЙОНА БАКЧАРСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Шайхиев И. Р.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *ОАО «Томскгазстрой», Россия, 634009, г. Томск, ул. Большая Подгорная, 21. E-mail: Ildar.shaihiev@mail.ru*

В настоящее время ввод Бакчарского месторождения в эксплуатацию приведет к значительным изменениям состояния геологической среды. Состояние геологоразведочных работ, по геолого-экономической оценке, и начало промышленного освоения Бакчарского железорудного узла позволяют утверждать, что на данной территории имеет место быть формирование природно-техногенной системы на начальном этапе развития. Соответственно, имеется возможность её исследовать. На фоне этого возрастает ценность современной информации, характеризующей естественную своеобразную природную среду, особенно в труднодоступных районах. Цель работы: на основе полученной оценки эколого-геохимического состояния территории Бакчарского района по данным комплексного изучения природных сред на начальной стадии развития природно-техногенной системы, связанной с предполагаемой отработкой Бакчарского железорудного месторождения обосновать выбор площадок геоэкологического мониторинга. Методы и виды исследований: нейтронно-активационный анализ, эмиссионно-спектральный полуколичественный анализ, атмогеохимические (отбор проб снегового покрова), литогеохимические (отбор проб почвенного покрова), гидрогеохимические (отбор проб поверхностных и подземных вод), гидrolитогеохимические (отбор проб донных отложений), биогеохимические (изучение биосубстрата – волосы детей), радиогеохимические исследования (измерение мощности экспозиционной дозы, а также содержание U, Th и K). Результаты. На основе проведенных геохимических исследований и полученной геохимической характеристики природных сред (почва, пылеаэрозоли, донные отложения, поверхностные и подземные воды, биосубстрат), мы сможем оценить изменение состояния окружающей среды в районе предполагаемой отработки месторождения, используя эти данные для организации мониторинга.

Ключевые слова: Эколого-геохимический мониторинг, почва, пылеаэрозоли, донные отложения, поверхностные и подземные воды, биосубстрат, месторождение, железная руда.

## GEO-ECOLOGICAL MONITORING OF NATURAL ENVIRONMENT OF THE IRON ORE DEPOSIT BALCHAR (TOMSK REGION)

Shaykhiev I. R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Acting Head of the Department of Industrial Safety JSC «Tomskgazstroy», 21, Bolshaya Podgornaya street, Tomsk, 634009, Russia. E-mail: Ildar.shaihiev @ mail.ru*

Currently entering Bakchar field commissioning will lead to significant changes in the geological environment. Condition exploration of geological and economic assessment, and the beginning of the industrial development of iron ore Bakchar site suggest that this area is the place to be the formation of natural and man-made systems at an early stage of development. Accordingly, it is possible to explore. Against this background, it is increasing the value of modern information characterizing the natural kind of environment, especially in remote areas. The need to perform a full evaluation of the current geo-ecological state of the environment in the Bakcharsky iron ore deposit, the identification of major natural and man-made factors shaping the ecological and geological setting of the study area and involved in the commercial development of resources, determine the relevance of the research. Objective: Based on assessment of environmental and geochemical status of the territory according to district Bacharskogo a comprehensive study of natural environments at the initial stage of development of natural and man-made system associated with the proposed working off Bakchar iron ore deposit to justify the siting geoekologicheskogomonitoringa. Methods and types of research: neutron activation analysis, emission spectral semi-quantitative analysis, atmogeochemical (sampling of snow cover), Lithogeochemical (soil sampling), hydrogeochemical (sampling of surface and groundwater), gidrolitogeoхимические (sampling of sediments) biogeochemical (study biosubstrate - children's hair), radiogeochemical studies (measurement of the exposure dose, and the contents of U, Th and K). Results. On the basis of geochemical studies and obtained geochemical characteristics of natural environment (soil, dust aerosols, sediments, surface water and groundwater, biosubstrates), we can estimate the change of the environment in the vicinity of the proposed mine development and use of these data for monitoring organization.

Keywords: Ecological-geochemical monitoring, soil, dust aerosols, sediments, surface water and groundwater, biological substrates, deposit, iron ore.

При разработке Бакчарского железорудного месторождения и других, связанных с ним, объектов хозяйственной деятельности перед нами будет представлена сложная природно-техногенная система, содержащая, как правило, ряд источников антропогенного воздействия на окружающую (в т. ч. геологическую) среду.

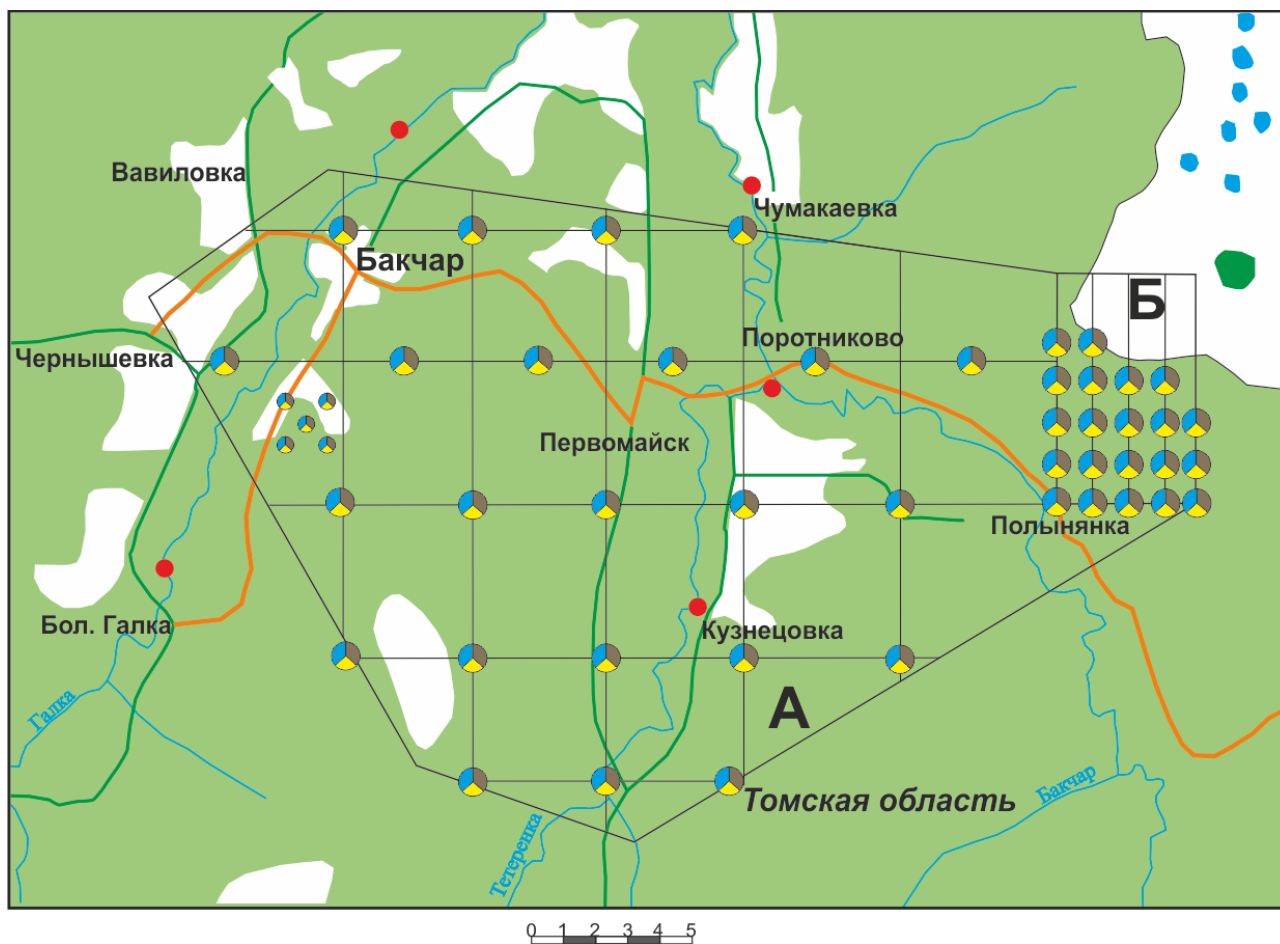
Территория изученной части Бакчарского месторождения Бакчарского района, рассматривается как первоочередной объект отработки, который по большинству геоэкологических и медико-биологических показателей находится на стадии начального освоения, что в целом определяет ее удовлетворительное эколого-геохимическое состояние с развитием только очагов локального нарушения геологической среды и воздействия на ее компоненты на участках начального хозяйственного освоения.

В период с 2006 по 2008 год нами были выполнена оценка эколого-геохимического состояния природных сред Бакчарского железорудного узла на стадии начального освоения железорудного месторождения (начальная стадия формирования природно-техногенной системы). (Рис. 1, рис .2)



- - пробы почвенного покрова; ● - пробы снегового покрова;
- - радиогеохимические исследования; ● - пробы подземных вод;
- - пробы поверхностных вод и донных отложений;

Рис. 1. Карта-схема геоэкологических исследований Бакчарского района



- - пробы почвенного покрова; ● - пробы снежного покрова;
- - радиогеохимические исследования; ● - пробы поверхностных вод и донных отложений;

*Рис. 2. Карта-схема геоэкологических исследований территории Бакcharsкого железорудного узла: А) Западный участок; Б) Польшнянский участок;*

Комплексное геохимическое исследование природных сред показало, что по всем изученным параметрам (пылеаэрозоли, геохимическим параметрам поверхностных, подземных и грунтовых вод, почв, донных отложений, биосубстратов) их показатели не превышают аналогичные показатели по Томской области, России и в мире, что в целом позволяет нам отнести изученную часть территории к условно фоновому району.

По величине суммарного показателя загрязнения территория Бакcharsкого района характеризуется следующим образом: Польшнянский участок – 58,2, Западный участок – 84,23 и населенные пункты – 96,87, что, в соответствии с градацией [2] (суммарный показатель загрязнения от 64 до 128), говорит о незначительно уровне пылевого загрязнения, находящимся ниже уровня для России. Величина пылевой нагрузки является низкой (1,7 мг/м<sup>2</sup>\*сутки), в сравнении со средней пылевой нагрузкой по России (2,5 мг/м<sup>2</sup>\*сутки) [10].

Почвы Западного участка железорудного узла более обогащены химическими элементами (кроме Sb, Au, Eu, Lu) по сравнению с Польшнянским участком и Бакcharsким районом в целом. Например, в них в 1,6 раз больше содержание Ва, в 1,4 раза содержание Fe

при сравнении Западного и Полынянских участков. В целом в почвах Бакчарского района минимальное превышение над геохимическим кларком ноосферы [3] составляет минимальное для La – 2,45, максимальное – 12,06 раз для Ba.

Донные отложения рек района характеризуется повышенным содержанием Cr, Co, Vg, Hf относительно их содержания в Байкальском иле (Индекс – БИЛ-1, ГСО – 7126-94, далее БИЛ-1). Основной вклад в накопление элементов в донных отложениях вносят: Cr (Кк – 1,9), Hf (Кк – 1,89). Специфика донных отложений рек Бакчарского района определяется низким показателем относительно концентрации естественных радиоактивных элементов в БИЛ-1, что объясняется природными факторами.

Исследование поверхностных вод показало, что по показателю рН состав вод изменяется от 6,6 до 7,5, общая минерализация колеблется от 250 до 567 мг/л. В пробах вод рек западного участка содержание Cl<sup>-</sup> в значительной мере превышает аналогичные показатели в пробах водотоков Полынянского участка, в связи с отсутствием населенных пунктов в последнем, что может подтверждать положение о том, что хлор-ион является наиболее характерным показателем антропогенного загрязнения. Об этом говорилось в [7].

В подземных водах важным моментом является отсутствие аммония (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), что говорит об отсутствии загрязненности подземных вод органическими веществами хозяйственно-бытовыми и промышленными стоками. Общая минерализация вод увеличивается (от 282 мг/л до 1290 мг/л) за счет Mg (от 3,66 до 48,8), HCO<sub>3</sub> (от 160 до 695). Уменьшается содержание CO<sub>2</sub> (от 66 до 18,4).

Проведенная работа по микроэлементной характеристике волос детей свидетельствует о чрезвычайно сильном различии в составе волос детей, проживающих в Бакчарском районе. Содержание в волосах редких, редкоземельных и радиоактивных микроэлементов оказывает определенное влияние на состояние здоровья населения [6].

Микроэлементная характеристика солевых образований из посуды свидетельствует о чрезвычайно сильном различии в составе питьевых вод, используемых населением. Содержание в питьевых водах редких, редкоземельных и радиоактивных микроэлементов оказывает определенное влияние и на состояние здоровья населения. Стоит также отметить содержание в питьевых водах As, значение которого выше значения в целом по Томской области. Учитывая, что руды месторождения высоко обогащены As, можно предположить, что это отражает их специфику. Такое воздействие также неблагоприятно сказывается на развитии и ассоциируется с сердечно-сосудистыми заболеваниями, нейротоксичностью и диабетом [1, 5].

Высоких значений радиоактивности почв в целом на Бакчарском месторождении не отмечается.

Необходимо отметить, что в литературе рассматриваются несколько вариантов способов разработки данного месторождения: карьер, скважинная гидродобыча, подземное выщелачивание [4]. Несомненно, что разработка месторождения железных руд любым из этих 3-х способов повлечет за собой изменения не только в окружающей среде.

Исходя из варианта отработки участка Бакчарского месторождения методом скважинной гидродобычи, геоэкологические проблемы которого подробно были рассмотрены в [9], нами, с целью выявления изменений, которые будут происходить в окружающей природной среде, предложена на весь период его отработки точка постоянного мониторинга, которая включает в себя изучение поверхностных и подземных вод, донных отложений, пылеаэрозольного загрязнения снегового покрова, почв, биосубстрат и радиационная характеристика (рис. 3) [8].

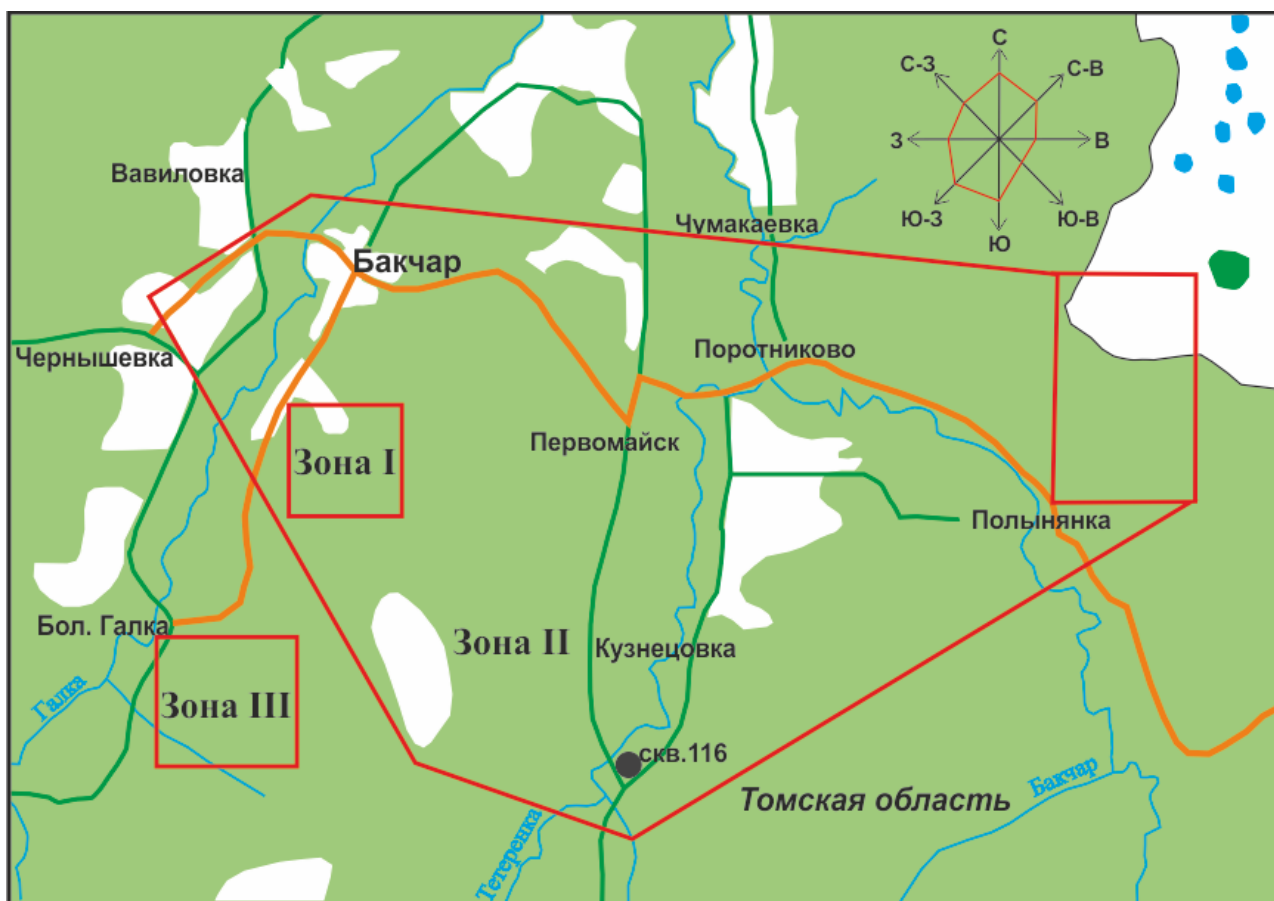


Рис. 3. Участки геоэкологического мониторинга в различных зонах

Зона I.

В нашем случае это будет участок первоочередной отработки месторождения, расположенный к юго-западу от пос. Бакчар. Его координаты:  $56^{\circ}59'25''$  с.ш.  $82^{\circ}01'45''$  в.д.,  $56^{\circ}59'25''$  с.ш.  $82^{\circ}04'10''$  в.д.,  $56^{\circ}58'00''$  с.ш.  $82^{\circ}01'45''$  в.д.,  $56^{\circ}58'00''$  с.ш.  $82^{\circ}04'10''$  в.д. – непосредственно в зоне ведения работ и расположения технологических объектов (определяется природными геологическими и технико-экономическими факторами), которые

будут влиять на изменение состояния недр и компонентов окружающей природной среды в пределах границ горного отвода.

### Зона II.

Границы участка с востока на запад – от пос. Полынянка до пос. Чернышевка, с севера на юг – от пос. Чумакаевка до поисково-разведочной скважины 116. В границы участка попадают лицензионные участки Западный и Восточный (полынянский). Его координаты: 56°59'25"/с.ш. 82°01'45"/в.д., 56°52'05"/с.ш. 82°15'00"/в.д., 56°58'40"/с.ш. 82°01'45"/в.д., 57°02'35"/с.ш. 82°05'30"/в.д., 57°02'10"/с.ш. 82°10'40"/в.д. – в зоне существенного влияния разработки месторождения на различные компоненты геологической среды, которая устанавливается по распространению участков (площадей) активизации опасных геологических процессов под влиянием добычи полезного ископаемого. Они определяются гидрогеологическими условиями и особенностями системы отбора подземных вод, а также наличием или отсутствием системы обратной закачки дренажных вод.

### Зона III.

Ее границы и площадь необходимо принять таким образом, чтобы в процессе мониторинга можно было проследить фоновые изменения состояния геологической среды, сравнить их с ее изменениями в зоне II и выделить те из них, которые связаны с разработкой месторождения, и те, которые определяются другими факторами. Участок предполагается расположить в районе пос. Большая Галка, который находится за пределами лицензионных участков в противоположном направлении по «розе ветров» (табл. 1).

**Таблица 1**

Геохимические показатели природных сред в рекомендуемой фоновой площадке (Зона III) для района предполагаемой отработки месторождения по состоянию на 2009 г. (мг/кг; кроме Na, Ca, Fe в мас. %)

Элемент	Природные среды					Солевые отложения (накипь)	Воло сы детей
	Почва	Снеговой Покров	Донные отложения	Поверхностные воды	Подземные воды*		
Na	0,89	0,58	0,94	18,8	Н.о.	893	822
Ca	1,9	0,67	1,7	40,47	6,66	214561	1850
Sc	13,3	10,1	14,9	0,0014	0,032	0,1	0,026
Cr	111,2	147,5	158,3	0,003	0,047	2,38	1,85
Fe	3,0	3,7	4,2	0,5	28,6	3205	88
Co	16,4	13,8	19,9	0,0007	0,008	27	1,54
Zn	–			0,0055	0,44	649	194
As	<п.о.	15,2	<п.о.	0,0018	0,06	2,8	<п.о.

Br	47,5	7,5	8,9	0,06	0,12	1,72	24
Rb	75	72	113	0,0021	0,02	4,3	17
Ag	<п.о.			0,000003	0,0001	0,2	1,03
Sb	1,4	7,2	1,11	0,00006	0,001	1,36	0,19
Cs	4,9	4,5	6,2	0.00000348	0,0009	0,06	0,36
Ba	453	630	798	0,02	0,229	395	42
Sr	<п.о.	75	<п.о.	0,42	0,08	1079	26
Hf	6,0	4	11,8	0,000002	0,0012	0,08	0,16
Ta	1,51	1	1,2	0.0000004	0,0001	0,06	<п.о
Au	<п.о.	0,077	0,03	Н.о.		0,05	0,09
La	32,2	53,7	27,8	0,0000068	0,008	0,37	0,7
Ce	63,1	131,2	69,4	0,00000123	0,02	1,5	0,2
Sm	5,4	4,6	5,1	0.00000237	0,001	0,31	0,98
Eu	1,73	1,2	1,36	<п.о.		0,023	<п.о
Tb	0,87	0,71	1,21	0.000000831	0,0003	0,03	
Yb	2,8	2,5	2,9	0.0000014	0,0006	0,04	0,11
Lu	0,48	0,33	0,4	0.000000616	0,00009	0,006	0,02
Th	9,0	7,3	11,4	0,0000047	0,002	0,12	0,04
U	3,2	2,8	3	0,0004	0,001	2,36	0,77

\* за фоновые содержания приняты результаты анализа пробы подземной воды скважины № 3(скважина недалеко от с. Поротниково, глубина отбора 6 м). Уровень пылевой нагрузки составляет  $R_n=1,4 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ ; МЭД=10 мкР/ч.

Полученная геохимическая характеристика природных сред позволит оценить изменение состояния окружающей среды в районе предполагаемой отработки месторождения и использовать эти данные для организации мониторинга.

В связи с тем, что зона существенного влияния разработки Бакчарского месторождения будет со временем расширяться, ее размер необходимо уточнять по результатам ведения мониторинга.

### Список литературы

1. Барановская Н.В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных экосистем: автореф. дис....д-ра. биол. наук. – Томск, 2011. – 46 с.
2. Геохимия окружающей среды / под ред. Ю.Е. Саета, Б.А. Ревича, Е.П. Янина и др. – М.:

Недра, 1990. – 336 с.

3. Глазовский Н.Ф. Техногенные потоки веществ в биосфере // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука, 1982. – С. 7-28.
4. Копысов С.Г. Параметры экологически допустимой разработки Бакчарского железорудного месторождения // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2011. - № 5. – С. 420-425.
5. Монголина Т.А. Геохимические особенности солевых отложений (накипи) питьевых вод как индикатора природно-техногенного состояний территории: автореф. дис.... канд. геол.-минерал. наук. – Томск, 2011. – 21 с.
6. Наркович Д.В. Элементный состав волос детей как индикатор природно-техногенной обстановки территории (на примере Томской области): автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – Томск, 2012. – 21 с.
7. Савичев О.Г., Базанов В.А., Здвижков М.А. Химический состав природных вод болотных ландшафтов с разной степенью антропогенной нагрузки // Проблемы поисковой и экологической геохимии Сибири: Матер. научной конф. – Томск, 2003. – С. 274-276.
8. Требования к мониторингу месторождений твердых полезных ископаемых / под ред. М.В. Кочеткова и др. – М.: МПР России, 2000. – 30 с.
9. Шайхиев И.Р. Геоэкологические проблемы освоения Бакчарского железорудного месторождения методом СГД // Известия Томского политехнического университета –Томск, 2013. – Т. 322, № 1: Науки о Земле. – С. 152-157.
10. Шайхиев И.Р., Рихванов Л.П. Эколого-геохимические исследования природных сред района Бакчарского железорудного месторождения (Томская область) // Известия Томского политехнического университета –Томск, 2015. – Т. 326, № 5. – С. 62-78.

**Рецензенты:**

Языков Е.Г., д.г.-м.н., профессор, заведующий кафедрой геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета, г. Томск;

Рихванов Л.П., д.г.-м.н., профессор кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета, г. Томск.