

УДК 556.314(571.12)

DOI: 10.31660/0445-0108-2024-1-30-41

Временная изменчивость химического состава вод скважины Черкашинской № 36-РГ (Тобольский район Тюменской области)

А. С. Александров*, В. А. Бешенцев, А. С. Альжанова

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

**asaleksandrov1991@gmail.com*

Аннотация. Лейтмотив данной статьи представляет временное изменение химического состава воды скважины Черкашинской № 36-РГ, расположенной в Тобольском районе, недалеко от деревни Шестаково.

Учитывая широту и актуальность проблемы влияния подземных минеральных вод на водосборы и водотоки, обусловленной открытым фонтанированием бесхозных геолого-разведочных скважин, можно наблюдать нарушение гидрохимического режима близлежащих водных систем. Материалы по этой тематике публикуются не только в Тюменской области, но и в Российской Федерации (сборники научных трудов и трудов конференций: «Подземные воды Востока России» (2018), «Вопросы изучения поверхностных и подземных вод Сибири» (2021), Международная конференция «Подземные воды — 2023»).

В работе показан характер в изменении минерализации подземных вод, в результате исследования отмечены особенности поведения ряда компонентов состава воды. Проведена оценка качества вод и выявлены основные источники негативного воздействия на подземные воды. Однако в 2019 году произошли изменения химического состава вод фонтанирующей скважины, трансформировался и ионный состав.

В данной работе особое внимание уделено изменению химического состава вод скважины Черкашинской № 36-РГ, показаны особенности влияния вод скважины на близлежащие территории.

Ключевые слова: скважина, геотермальная вода, засоление, загрязнение реки, река Иртыш, река Аремзянка, химический состав

Для цитирования: Александров, А. С. Временная изменчивость химического состава вод скважины Черкашинской № 36-РГ (Тобольский район Тюменской области) / А. С. Александров, В. А. Бешенцев, А. С. Альжанова. – DOI 10.31660/0445-0108-2024-1-30-41 // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2024. – № 1. – С. 30–41.

Temporal variability of water chemistry in the Cherkashinskaya well No. 36-RG (Tobolsk district, Tyumen region)

Andrey S. Aleksandrov*, Vladimir A. Beshentsev, Aynazhan S. Alzhanova

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

**asaleksandrov1991@gmail.com*

Abstract. This article focuses on a temporary change in the chemical composition of water in the Cherkashinskaya well No. 36-RG, which is located in the Tobolsk district near the village of Shestakovo.

The impact of underground mineral waters on catchments and watercourses can be caused by the open gushing of orphaned geological exploration wells. This can lead to the disturbance of the hydrochemical regime of neighbouring water systems. Publications on this topic are available not only in Tyumen region, but also throughout the Russian Federation. For example, scientific

articles and conference proceedings, such as "Groundwater of the East of Russia" (2018), "Issues of studying surface and groundwater of Siberia" (2021), and the International Conference "Underground Waters - 2023", are available.

The study highlights the behavior of various components of water composition. The article presents changes in the mineralization of groundwater and identifies the main sources of negative impact on its quality. In 2019, the chemical composition of the water in the containing well underwent a transformation.

This article focuses on the changes in the chemical composition of water from the Cherkashinskaya well No. 36-RG and its impact on the surrounding areas.

Keywords: borehole, geothermal water, salinization, river pollution, Irtysh River, Aremzyanka River, chemical composition

For citation: Alexandrov, A. S., Beshentsev, V. A., & Alzhanova, A. S. (2024). Temporal variability of water chemistry in the Cherkashinskaya well No. 36-RG (Tobolsk district, Tyumen region). Oil and Gas Studies, (1), pp. 30-41. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2024-1-30-41

Введение

Для большинства жителей нашей страны Тюменская область — это мощная нефтегазовая столица России. Однако в 40–50-е годы в СССР основной центр тяжести нефтяной промышленности приходился на Волго-Уральский район, но для развития страны этого было недостаточно. Поэтому сразу же по окончании Великой Отечественной войны было принято решение начать масштабные геологоразведочные работы по поиску углеводородного сырья на территории Западной Сибири как наиболее перспективной нефтегазоносной провинции. Естественно, для понимания и определения масштабов, пространственного положения нефтегазоносных горизонтов было необходимо провести исследования [1]. Бурение поисковых скважин начали с юга Западной Сибири, в силу наибольшей обжитости и, соответственно, транспортной доступности. Ярким примером такой скважины является Черкашинская № 36-РГ, находящаяся в Тобольском районе Тюменской области. По архивным данным, скважина пробурена и законсервирована в 1965 году. Географические координаты: 58° 27' 28" с.ш. и 68° 27' 53" в.д. Водоносные горизонты относятся к готерив-барремскому (1 730–1 784 и 1 830–1 842 м) и валанжинскому (1 862–1 882 м) ярусам нижнемелового периода (рис. 1). Фактическая глубина — 1 972,4 м. Дебит на устье — 1 000 м³/сут. Температура воды на изливе — 70 °С. В настоящее время скважина является бесхозной и фонтанирует примерно с середины 80-х гг. XX века.

Следует отметить, что в пределах Тобольского бассейна подземные воды приурочены к четвертичным неогеновым и олигоценовым отложениям различного литологического состава и генезиса. Геотермальные воды данного бассейна по условиям формирования — седиментационные, их осадочные толщи накапливались в морских условиях. Поэтому их химический состав обусловлен посленеогеновой тектонической инверсией, внедрением инфильтрационных вод и смешением их с седиментогенными водами [2]. Подземные воды мезозойского гидрогеологического бассейна имеют большое значение и представлены апт-альб-сеноманским, неокомским и юрским гидрогеологическими комплексами.

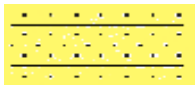
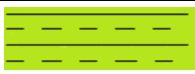
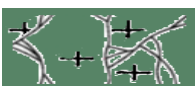
Эратема	Система	Литологическое описание пород	Литологическая колонка
Кайнозойская	Четвертичная	Чередование песка светло-серого, разномерного с глиной	
	Неогеновая	Глина зеленовато-серая, вязкая, алевролитовая и песчаная	
	Палеогеновая	Глина темно-серая со слабым зеленоватым оттенком, плотная с оскольчатым изломом	
Мезозойская	Меловая	Глина серая, опока голубовато-серая, алевролит серый. Аргиллит темно-серый однородный	
			
	Юрская	Переслаивание аргиллитов, алевролитов, песчаников	
Палеозойская	Триасовая	Прослои конгломератов и темно-серых аргиллитов, песчаников	
	Пермская	Чередование липаритов, базальтоидов с песчаниками, алевролитами и карбонатными осадками	

Рис. 1. Литолого-стратиграфическая характеристика скв. Черкашинской № 36-РГ

После окончания бурения и проведения перфорационных работ на Черкашинской площади из скважин стала поступать вода, обогащенная йодом и бромом [3, 4]. Как выяснилось впоследствии, минерализованные йодобромные воды, изливаясь на поверхность, оказывают отрицательное воздействие на экологию близлежащих водотоков. Однако в 2019 году произошли изменения химического состава вод фонтанирующей скважины, соответственно, трансформировался и ионный состав.

Объект и методы исследования

Основой данной работы послужило изучение химического состава скв. Черкашинской № 36-РГ (рис. 2). Пробы воды для химического анализа отбирали на станциях, местоположение которых регистрировали посредством GPS/ГЛОНАСС — спутниковой системы навигации, используя проекты компании Google — Google Earth и OpenStreetMap.



Рис. 2. Карта-схема территории скв. Черкашинской № 36-РГ:
 1Δ — скв. Черкашинская № 36-РГ; 2 — точка отбора проб воды близ скважины;
 3 — р. Аремзянка и ручей-приток минерализованной воды;
 4 — заболоченная область; 5 — уровень первой надпойменной террасы

Исследования качества воды для химического анализа производили стандартными методами в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000¹, ГОСТ 17.1.5.01-80², РД 52.24.609-2013³.

¹ ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. — М.: Стандартинформ, 2008. — 48 с.

² ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. — Введ. 1982-01-01. — М.: ИПК Издательство стандартов, 1982. — 7 с.

³ РД 52.24.609-2013. Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов. — Ростов н/Д: Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2013. — 43 с.

Химический анализ воды включал качественные и количественные показатели, с помощью прибора «КАПЕЛЬ®-104Т» — высокоэффективного капиллярного электрофореза с УФ фотометрическим детектором определяли йодид- и бромид-ионы.

Химический анализ воды выполняли согласно аттестованным методикам и утвержденным документам.

Результаты

Надо отметить, что химический состав вод Черкашинского участка недр в общем-то однообразен, однако на отдельных скважинах результаты количественного химического анализа показывают особенности, характерные для данной территории.

Скважина № 36-РГ — одна из 19 гидрогеологических скважин на Черкашинском участке Тюменского месторождения с дебитом 1 000 м³/сут и температурой на изливе — 70 °С, фонтанирует несколько десятков лет.

Определено значение водородного показателя pH, в воде скважины этот показатель был равен 7,66 мг/дм³, в районе скважины составлял 8,0 мг/дм³, далее на станциях № 3–5 был одинаковым — 8,1 мг/дм³.

Ионный состав термальной воды скв. Черкашинской № 36-РГ показан в таблице 1.

Таблица 1

Ионный состав и жесткость термальной воды скв. Черкашинской № 36-РГ

Показатель, мг/дм ³	Скважина	Ручей			
		*0 № 2	20 № 3	90 № 4	200 № 5
HCO ₃	494,4	500,4	494,3	506,5	463,8
SO ₄	14,68	8,21	8,21	7,30	9,12
Cl	9 926,0	9 926,0	9 571,5	9 429,7	9 217,0
Na + K	7 204,8	6 948,0	6 724,8	6 602,4	6 542,4
Ca	232,5	216,4	200,4	204,4	208,4
Mg	58,3	60,8	60,8	51,0	43,7
J	21,0	—	—	—	—
Br	50,0	—	—	—	—

Примечание. *0 — расстояние от скважины, м; № 2 — станция, на которой отбиралась проба воды.

Также определены интегральный показатель содержания в воде солей щелочноземельных металлов, преимущественно кальция и магния — 232 и 58 мг/дм³ соответственно, жесткость. Жесткость воды в скважине — 16,4 мг/дм³, в районе скважины она равнялась 15,84 мг/дм³, на станции № 3 составила 15,04 мг/дм³, на станции № 4 — 14,44 мг/дм³, а на станции № 5 — 14,04 мг/дм³.

Обсуждение

Для скв. Черкашинской № 36-РГ характерны минеральные воды с растворенными хлористыми солями натрия (хлоридно-натриевые II типа), в соответствии с ОСТ 41-05-263-86⁴ — гидрокарбонатно-хлоридная магниевая-кальциевая-натриевая.

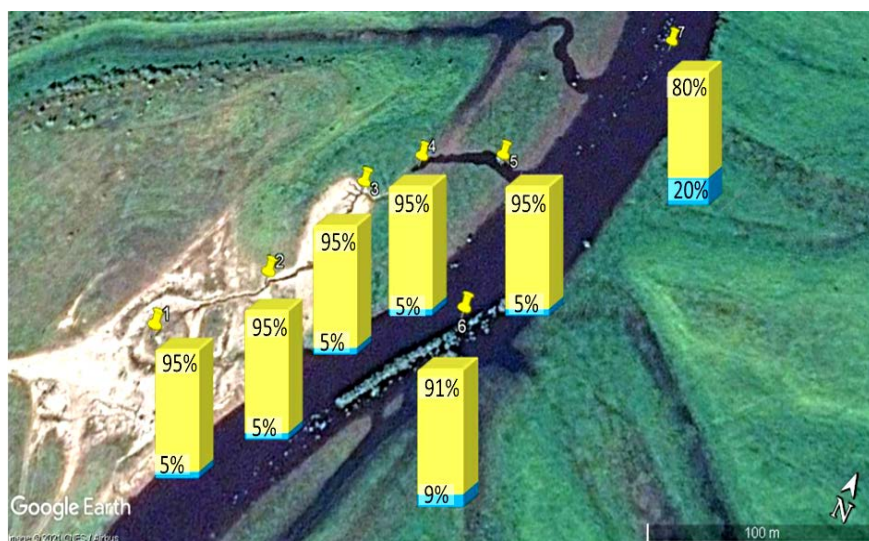
Надо отметить, что в воде наблюдается не только высокое содержание хлоридов, но и повышенное содержание ионов Na, K, Ca, Mg, (см. табл. 1). В воде скважины отмечены промежуточные компоненты — сульфат-ионы, содержание которых, как правило, лимитируется присутствием иона Ca²⁺, также отмечено содержание гидрокарбонат-ионов, в связи с этим очень высок уровень минерализации воды [5].

Следует отметить, что в начале 1960-х годов минерализация подземных вод Черкашинского участка была одной из наиболее высоких и составляла более 15 300,0 мг/дм³. Необходимо добавить, что в 2017 году исследованная геотермальная вода скв. № 36-РГ отличалась от показателей 1964 года. Так, вода скважины стала менее минерализованной, и произошло это за счет снижения хлоридов. Надо признать, что на скв. Черкашинской №-36 РГ постепенно уровень минерализации уменьшался, несмотря на то, что еще в 2017 году содержание хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов, а также ионов калия, магния было высоким. В 2018 году минерализация в районе скважины снизилась примерно на 18 % (в сравнении с 1960-ми гг.).

Исследуемый ручей постоянного стока, образованный геотермальной водой самоизливающейся скважины, имеет длину 220 м. Несмотря на небольшую длину, химический состав воды в нем изменяется по длине и в зависимости от сезона года. В осенний период (октябрь 2017 г.) химический состав воды ручья отличался от воды скважины несущественно. Содержание хлоридов было так же велико на станциях отбора (№ 2–5), как и в скважине, и составляло около 95 % (рис. 3а).

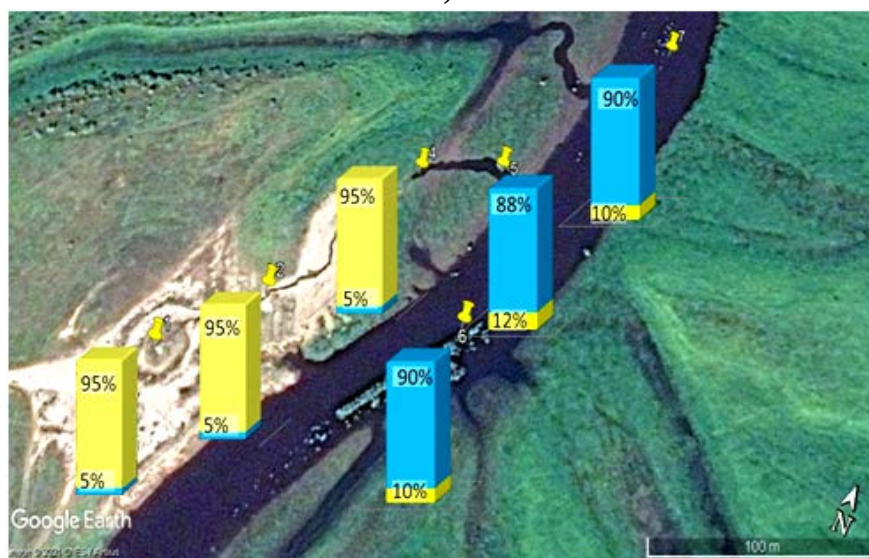
Различия между станциями по показателям основных ионов и их суммы не превышают 10 %, за исключением сульфатов [6–8]. В этом случае их средняя величина в пробах № 2–5 была ниже, чем в скважине. Весной, в период паводка, эти различия на аналогичных станциях ручья и с геотермальной водой были более существенными. На станции № 5 содержание HCO₃ было ниже, чем осенью, в 4,2 раза, Cl — в 32,5, Na + K — в 35,2, Ca — в 6,5, Mg — в 5,1 раза. Жесткость стала ниже в 6,1, а сумма ионов — в 27,5 раза. На станции № 3 различия с осенними пробами были менее заметны, но следует отметить, что количественные показатели сульфатов, азота аммонийного, нитратов и фосфатов уменьшились в несколько раз [9].

⁴ ОСТ 41-05-263-86. Воды подземные. Классификация по химическому составу и температуре. – Введ. 1986-07-01. – 10 с.



Район скважины Черкашинской № 36 - РГ, 20.09. 2017 г

а)



Район скважины Черкашинской № 36 - РГ, 27.07.2019 г

б)

Рис. 3. Содержание Cl и HCO_3 (в %) в воде скважины и ручья
(у столбцов прописаны номера станций, где брались пробы)

Ручей не покрывается льдом даже в то время, когда температура воздуха становится отрицательной, тем не менее наблюдается отличие химического состава воды скважины № 36-РГ и на станции № 5 (перед впадением в р. Аремзянку) по сравнению с осенним периодом (значение становится ниже и довольно значительно): так, количество Cl — в 230 раз, $\text{Na} + \text{K}$ — в 42 раза, а сумма ионов — в 22,3 раза.

Как отмечалось выше, минерализация воды в ручье резко упала, и если раньше она была перенасыщенным раствором, так как концентрация хлорид-ионов составляла 95 % от массы всех анионов, то в 2019 году начинают преобладать гидрокарбонаты, и на расстоянии от скважины на 90 м и более происходит уменьшение хлоридов более чем на 90 % (рис. 36).

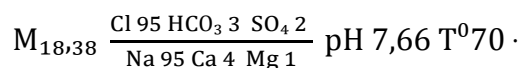
Минерализация и ионный состав исследуемых вод меняется в очень широких пределах. Формирование подземных вод находится в тесной взаимосвязи геологических и гидрогеологических факторов и выявлении их роли в формировании водных растворов осадочных бассейнов земной коры. К важным геологическим факторам относятся тектонический и литологический факторы, так как характер тектонических движений предопределяет пространственное распределение бассейнов седиментации, областей сноса, условия осадконакопления [10]. Следует отметить, что район, где находится скв. Черкашинская №-36 РГ, расположен в зоне избыточного увлажнения, поэтому одной из причин может являться нестабильность грунта (табл. 2).

Таблица 2

**Изменение ионного состава воды скв. Черкашинской № 36-РГ
с сентября 2017 года по февраль 2019 года**

Дата отбора проб	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$
Сентябрь 2017	494,26	10 026,0	368,9	232,5	58,32	7 204,8
Сентябрь 2018	482,1	9 571,5	319,4	180,4	91,13	6 433,2
Февраль 2019	518,7	8 597,0	27,38	190,4	53,46	5 704,1

В макрокомпонентном составе воды в скважине преобладают хлориды (~95 мг-экв%), также натрий и калий (95 мг-экв%). Гидрокарбонаты содержатся в количестве 2,71 мг-экв%. Содержание кальция составляет 3,52 мг-экв% и магния — 1,46 мг-экв%. Содержание биологически активных компонентов: брома (Br) — 21 мг/дм³ и йода (J) — 6,72 мг/дм³. Формула химического состава воды скважины следующая:



Из формулы видно, что в гидрохимическом отношении йодобромные воды скв. Черкашинской № 36-РГ характеризуются как хлоридные натриевые сильносоленые.

Большое влияние на первые две станции оказывают самоизливающиеся воды скв. Черкашинской № 36-РГ, особенно ярко это сказывается на станции № 2, где вода по составу почти такая же, как в скважине.

В макрокомпонентном составе зимой в воде ручья (как отмечалось выше, ручей не покрывается льдом), в 200 м ниже по течению, преобладают гидрокарбонаты (~80 мг-экв%) (то есть вода становится гидрокарбонатной, близкой по составу к воде р. Аремзянки). Хлориды содержатся в количестве 19,31 мг-экв%. Содержание кальция составляет ~64 мг-экв% и магния — 28 мг-экв%. Минерализация воды — 0,41 г/дм³. Формула химического состава воды ручья (ниже 200 м по течению, в 2019 г.) следующая:

$$M_{0,41} \frac{HCO_3 \ 80 \ Cl \ 19 \ SO_4 \ 1}{Ca \ 64 \ Mg \ 28 \ Na \ 8} \ pH \ 7,62 \cdot$$

Следовательно, характеристика химических показателей воды ручья меняется в зависимости от расстояния и по сезонам года. Пульсирующий характер изменчивости показателей ионного состава и минерализации вод, обусловленный промывным режимом водосборов и соотношением объема изливающихся вод, накопленных на водосборе солей и поверхностного стока талых и паводковых вод, представляет собой особенность влияния геотермальных вод на малые реки региона.

Необходимо отметить, что в силу близкого залегания подземных вод к поверхности и отсутствия выдержанного по площади глинистого водопора в толще перекрывающих отложений большая часть территории области имеет очень слабую природную защищенность подземных вод, и все негативные проявления техногенной нагрузки, при вносе ряда загрязняющих веществ, отражаются на их качестве.

Выводы

Исследование гидрохимического режима скв. Черкашинской № 36-РГ на участке Тобольского района Тюменской области позволило проследить динамику солевого режима, а также содержание pH и жесткость воды.

Несмотря на то, что в настоящее время проходит распреснение воды, следует отметить, что в течение длительного времени происходило накопление солей в донных отложениях, характерное для всех сезонов, а это яркий показатель глубоких преобразований систем водотоков в зонах влияния самоизливающихся скважин.

Разливы геотермальных вод приводят к засолению почв водосборов и нарушению гидрохимического режима рек вблизи фонтанирующих скважин. Наглядным примером является работа Ю. А. Афанасьевой, С. И. Ларина и Н. С. Лариной [11], в которой показано, как минеральные сточные воды скважины Молчановской 5-Б сбрасываются в водоприемник р. Туры без очистных сооружений. Результаты гидрохимического анализа показывают, что озеро-старица преобразовалось в минеральное озеро ан-

тропогенного происхождения со средней минерализацией 8,7 г/л. В водотоке старицы разбавление минеральных вод природными не происходит. Впадение минеральных вод в поверхностные водоемы в обоих случаях спровоцировало изменение класса и степени минерализации этих вод.

Следовательно, нарушение правил и невыполнение работ по эксплуатации самоизливающихся скважин (не только Черкашинской № 36-РГ) могут существенно усугубить экологическую обстановку месторождений геотермальных вод и близлежащих территорий.

Список источников

1. Старков, В. Д. Геологическая история и минеральные богатства Тюменской земли / В. Д. Старков, Л. А. Тюлькова. – Тюмень : ИПП «Тюмень», 1996. – 190 с. – Текст : непосредственный.
2. Рудкевич, М. Я. Основы геологии и геохимии нефти и газа : учебное пособие / М. Я. Рудкевич. – Тюмень : Тюменский индустриальный институт, 1978. – 83 с. – Текст : непосредственный.
3. Коновалов, И. А. Экологическое состояние территорий в районах разведочных скважин нераспределенного фонда недр юга Тюменской области / И. А. Коновалов, И. В. Пак. – Текст : непосредственный // Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов : тезисы докладов Международной конференции (Тюмень, 11–13 октября 2010 г.). – Тюмень : Тюменский государственный университет, 2010. – С. 177–179.
4. Коновалов, И. А. Экологические последствия воздействия пластовых вод из устья геологоразведочных скважин : специальность 03.02.08 «Экология (по отраслям)» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Коновалов Илья Андреевич. – Тюмень, 2012. – 19 с. – Место защиты : Омский государственный педагогический университет. – Текст : непосредственный.
5. Беда, Н. П. Товароведческий анализ минеральных вод. Организация хранения и правила обращения с минеральными водами. Хранение медицинских пивков : учебно-методическое пособие / Н. П. Беда, Л. Н. Геллер. – Иркутск : Иркутский государственный медицинский университет, 2011. – 22 с. – Текст : непосредственный.
6. Александров, А. С. Влияние геотермальной воды самоизливающейся скважины на химический состав воды, донных отложений и водотоков (ручей — р. Аремзянка — р. Иртыш) / А. С. Александров, Л. В. Михайлова. – Текст : непосредственный // Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах. Материалы III Международной школы-семинара молодых исследователей, Тюмень, 23–28 апреля 2018 года / Под редакцией В. А. Боева, А. И. Сысо, В. Ю. Хорошавина. – Тюмень : Тюменский государственный университет, 2018. – С. 151–153.
7. Гадиадуллина, А. Ш. Оценка токсичности донных грунтов водотоков в районе скважины № 36-РГ Тобольского района / А. Ш. Гадиадуллина, А. С. Александров, Л. В. Михайлова. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы науки и хозяйства : новые вызовы и решения. Сборник материалов LIII Международной студенческой научно-практической конференции (Тюмень, 29 марта 2019 г.). – Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2019. – С. 309–313.

8. Коваленко, А. И. Экологическая опасность геотермальных вод самоизливающихся скважин на площадь водосбора реки Иртыш в пределах Тобольского района Тюменской области / А. И. Коваленко, А. С. Александров, Л. В. Михайлова. – Текст : непосредственный // Современные научно-практические решения в АПК : сборник статей всероссийской научно-практической конференции. Часть 1 (Тюмень, 08 декабря 2017 г.). – Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2017. – С. 324–336. – Текст : непосредственный.

9. Mihailova, L. V. Influence of the saline waters of the flowing well on the chemical composition of water and bottom sediments in the Irtysh river and its tributary (Aremzyanka river) / L. V. Mihailova, A. A. Chemagin, A. S. Aleksandrov. – Text : electronic // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 395, Issue 1. – URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/395/1/012040>.

10. Посохов, Е. В. Формирование химического состава подземных вод (основные факторы) / Е. В. Посохов ; Главное управление гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР, Гидрохимический институт (г. Новочеркасск). – 2-е изд., доп. и перераб. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1969. – 334 с. – Текст : непосредственный.

11. Афанасьева, Ю. А. Экологическая оценка влияния минеральных подземных вод на поверхностные водные объекты (на примере реки Тура) / Ю. А. Афанасьева, С. И. Ларин, Н. С. Ларина. – Текст : электронный // Актуальные проблемы обеспечения устойчивого развития Тюменского региона : материалы 68-й студенческой научной конференции (Тюмень, 20 апреля 2017 г.) / Под редакцией И. Д. Ахмедовой ; Тюменский государственный университет. – Тюмень : Тюменский государственный университет, 2017. – Вып. 3. – С. 41–48.

References

1. Starkov, V. D., & Tyul'kova, L. A. (1996). *Geologicheskaya istoriya i mineral'nye bogatstva Tyumenskoy zemli*. Tyumen, IPP Tyumen Publ., 190 p. (In Russian).

2. Rudkevich, M. Ya. (1978). *Osnovy geologii i geokhimii nefti i gaza*. Tyumen, Tyumenskiy industrial'nyy institute Publ., 83 p. (In Russian).

3. Kononov, I. A., & Pak, I. V. (2010). *Ekologicheskoe sostoyanie territoriy v rayonakh razvedochnykh skvazhin neraspredelennogo fonda nedr yuga Tyumenskoy oblasti. Okruzhayushchaya sreda i menedzhment prirodnikh resursov: tezisy dokladov Mezhdunarodnoy konferentsii*, Tyumen, October, 11-13, 2010. Tyumen, Tyumen State University Publ., pp. 177-179. (In Russian).

4. Kononov, I. A. (2012). *Ekologicheskie posledstviya vozdeystviya plastovykh vod iz ust'ya geologorazvedochnykh skvazhin*. Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. Tyumen, 19 p. (In Russian).

5. Beda, N. P., & Geller, L. N. (2011). *Tovarovedcheskiy analiz mineral'nykh vod. Organizatsiya khraneniya i pravila obrashcheniya s mineral'nymi vodami. Khranenie meditsinskikh piyavok*. Irkutsk, Irkutsk State Medical University Publ., 22 p. (In Russian).

6. Aleksandrov, A. S., & Mikhaylova, L. V. (2018). *Vliyanie geotermal'noy vody samoizlivayushchey skvazhiny na khimicheskiy sostav vody, donnykh otlozheniy i vodotokov (ruchey - r. Aremzyanka - r. Irtysh)*. Biogeokhimiya khimicheskikh elementov i soedineniy v prirodnikh sredakh. Materialy III Mezhdunarodnoy shkoly-seminara molodykh issledovateley, Tyumen, April, 23-28, 2018. Tyumen, Tyumen State University Publ., pp. 151-153. (In Russian).

7. Gadiadullina, A. Sh., Aleksandrov, A. S., & Mikhaylova, L. V. (2019). Otsenka toksichnosti donnykh gruntov vodotokov v rayone skvazhiny No. 36-RG Tobol'skogo rayona. Aktual'nye voprosy nauki i khozyaystva: novye vyzovy i resheniya. Sbornik materialov LIII Mezhdunarodnoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Tyumen, March, 29, 2019. Tyumen, Northern Trans-Ural State Agricultural University Publ., pp. 309-313. (In Russian).
8. Kovalenko, A. I., Aleksandrov, A. S., & Mikhaylova, L. V. (2017). Ekologicheskaya opasnost' geotermal'nykh vod samoizlivayushchikhsya skvazhin na ploshchad' vodosbora reki Irtysh v predelakh Tobol'skogo rayona Tyumenskoy oblasti. Sovremennye nauchno-prakticheskie resheniya v APK: sbornik statey vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Chast' 1. Tyumen, December, 08, 2017. Tyumen, Northern Trans-Ural State Agricultural University Publ., pp. 324-336. (In Russian).
9. Mihailova, L. V., Chemagin, A. A., & Aleksandrov, A. S. (2019). Influence of the saline waters of the flowing well on the chemical composition of water and bottom sediments in the Irtysh river and its tributary (Aremzyanka river). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 395(1). (In English). Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/395/1/012040>
10. Posokhov, E. V. (1969). Formirovaniye khimicheskogo sostava podzemnykh vod (osnovnye faktory). 2nd edition, expanded and revised. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 334 p. (In Russian).
11. Afanasieva, Yu. A., Larin, S. I., & Larina, N. S. (2017). Environmental impact assessment of mineral underground water in surface water bodies (for example the Tura river). Aktual'nye problemy obespecheniya ustoychivogo razvitiya Tyumenskogo regiona: materialy 68-y studencheskoy nauchnoy konferentsii, Tyumen, April, 20, 2017. Vyp. 3. Tyumen, Tyumen State University Publ., pp. 41-48. (In Russian).

Информация об авторах / Information about the authors

Александров Андрей Сергеевич, старший преподаватель кафедры геологии месторождений нефти и газа, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, asaleksandrov1991@gmail.com

Andrey S. Aleksandrov, Senior Lecturer at the Department of Geology of Oil and Gas Fields, Industrial University of Tyumen, asaleksandrov1991@gmail.com

Бешенцев Владимир Анатольевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геологии месторождений нефти и газа, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Vladimir A. Beshentsev, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor at the Department of Geology of Oil and Gas Fields, Industrial University of Tyumen

Альжанова Айнажан Сансыбаевна, аспирант кафедры геологии месторождений нефти и газа, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Aynazhan S. Alzhanova, Post-graduate at the Department of Geology of Oil and Gas Fields, Industrial University of Tyumen

Статья поступила в редакцию 14.10.2023; одобрена после рецензирования 11.01.2024; принята к публикации 20.01.2024.

The article was submitted 14.10.2023; approved after reviewing 11.01.2024; accepted for publication 20.01.2024.