

УДК 556.36

DOI 10.17513/use.38395

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ХАНТЫ-МАНСИЙСКА

Романова Т.И.

ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»,
Ханты-Мансийск, e-mail: tirom@inbox.ru

Несмотря на наличие благоприятных условий для водоснабжения городов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, рост численности населения может привести к увеличению объемов питьевых вод. И со временем вопрос об альтернативных источниках водных ресурсов будет весьма актуальным. Целью исследования является установление возможности использования вод родников в качестве дополнительного ресурса подземных вод. На территории природного парка «Самаровский Чугас» в пределах г. Ханты-Мансийска в летний межень период было проведено опробование вод родников и скважин. Химический анализ природных вод проводился в аккредитованной лаборатории стандартным набором методов (титриметрия, спектральный анализ, инструментальный нейтронно-активационный анализ и др.). В работе рассмотрены гидрогеологические условия г. Ханты-Мансийска, в частности химический состав водоносных горизонтов, воды которых используются в хозяйственно-питьевых целях. Изучены родники подземных вод как дополнительный источник водоснабжения в условиях увеличения численности населения города. Дана оценка экологического состояния родников, расположенных в пределах природного парка «Самаровский Чугас» на территории города. Проведенные исследования показали большое разнообразие по химическому составу пресных подземных вод, что свидетельствует о приуроченности вод родников к разным водоносным горизонтам. Во многих родниках установлены повышенные содержания в водах железа, марганца, кремния, что характерно для подземных вод Западной Сибири. И после небольшой водоподготовки (водоочистки) воду из источников можно использовать для хозяйственно-питьевых целей. Но для вовлечения дополнительных источников водоснабжения необходимо проведение ряда мероприятий по предотвращению поступления загрязняющих веществ в подземные воды.

Ключевые слова: гидрогеологические условия, водоносный комплекс, родники подземных вод, химический состав, водные ресурсы

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта губернатора ХМАО-Югры ФЛ-23-000153.

CHARACTERISTICS OF GROUNDWATER IN THE TERRITORY OF KHANTY-MANSIYSK

Romanova T.I.

Ugra State University, Khanty-Mansiysk, e-mail: tirom@inbox.ru

Despite the presence of favorable conditions for water supply to the cities of the Khanty-Mansiysk Autonomous – District Yugra, a growth of the population quantity may lead to an increase in the volume of drinking water. And the question of alternative water sources will become really actually. The purpose of the studies is to establish the possibility of using spring waters as an additional groundwater resource. During the summer low-water period on the territory of the natural park Samarovsky Chugas over the range the city of Khanty-Mansiysk water from springs and wells was tested. Chemical analysis of natural waters was carried out in an accredited laboratory using a standard set of methods (titrimetry, spectral analysis, instrumental neutron activation analysis, etc.). The hydrogeological conditions of Khanty-Mansiysk, in particular the chemical composition of aquifers, the waters of which are used for domestic and drinking purposes, are considered in the article. Groundwater springs have been studied as an additional source of water supply in the face of an increase in the population of the city. An assessment of the ecological state of springs located within the natural park Samarovsky Chugas in the city is given. The studies showed a wide variety in the chemical composition of fresh groundwater, which indicates that the waters of the springs are confined to different hydrous horizons. In many springs, increased concentrations of iron, manganese, silicon in the waters have been established, which is typical for groundwater in Western Siberia. And after a small preparation water-purifying (water treatment), water from sources can be used for household and drinking purposes. But in order to involve additional sources of water supply, it is necessary to carry out a number of measures to prevent the ingress of pollutants into groundwater.

Keywords: hydro geological conditions, aquifer system, groundwater springs, chemical composition, water resources

The work was carried out with the financial support of the grant of the Governor of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug-Yugra FL-23-000153.

Введение

Одной из приоритетных задач во всех населенных пунктах является водоснабжение. При этом во многих регионах для этих целей, ввиду отсутствия или плохого каче-

ства подземных вод, используют ресурсы поверхностных вод, которые требуют больших затрат на водоподготовку. На территории г. Ханты-Мансийска (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра (ХМАО))

складываются более благоприятные условия для водоснабжения. Помимо того, что город расположен на берегу р. Иртыш, для централизованного водоснабжения города используются подземные воды, отличающиеся полной изолированностью от поверхностного загрязнения [1], что сказывается на качестве воды. Однако динамичное развитие городских площадей из-за роста численности населения требует увеличения водопотребления, в связи с чем в качестве дополнительного источника водных ресурсов можно рассматривать использование родников подземных вод, которые находятся в городской черте на территории природного парка «Самаровский Чугас». Для этого необходимо изучить химический состав подземных вод, выявить приуроченность родников к водоносным горизонтам (комплексам), проанализировать экологическое состояние водных объектов и дать оценку качества вод как источника дополнительного водоснабжения в условиях развивающегося города.

Характеристика объекта исследований

Город Ханты-Мансийск является административным центром ХМАО, расположен в Западно-Сибирской низменности на берегу р. Иртыш в 20 км от места слияния с р. Обь. В пределах города и вокруг него природный лесной массив относится к природному парку «Самаровский Чугас», который характеризуется разнообразием ландшафтов [2, 3], подверженных антропогенной деградации с большим сроком восстановления [4].

Рельеф города представляет собой 7 холмов, достигающих 120 м над уровнем моря. Перепады абсолютных отметок рельефа составляют около 100 м. Здесь наблюдаются несколько типов ландшафтов [2]: зона поймы р. Иртыш (абсолютная отметка 20–27 м), террасовая зона (I и II надпойменные террасы) с абсолютными отметками 27–45 м и Самаровские холмы, абсолютные отметки которых увеличиваются от 45 до 120 м.

Изучение территории [5] выявило уникальные особенности геологического строения, которые проявляются в непоследовательной стратификации осадочных отложений (кремнисто-глинистые отложения палеогена включены в толщу плиоцен-четвертичных пород в верхней части разреза). Однако этот феномен и по сей день не имеет четкого и однозначного объяснения [2, 5].

Гидрогеологические условия площади исследований недостаточно изучены в силу

неоднозначности происхождения Самаровского останца и большой неоднородности литологического состава. Территория относится к Западно-Сибирскому артезианскому бассейну [6, 7]. В верхнем структурном этаже (платформенном чехле) выделяются два гидрогеологических этажа, разделенных мощной толщей водоупорных отложений тавдинской свиты, являющейся региональным водоупором.

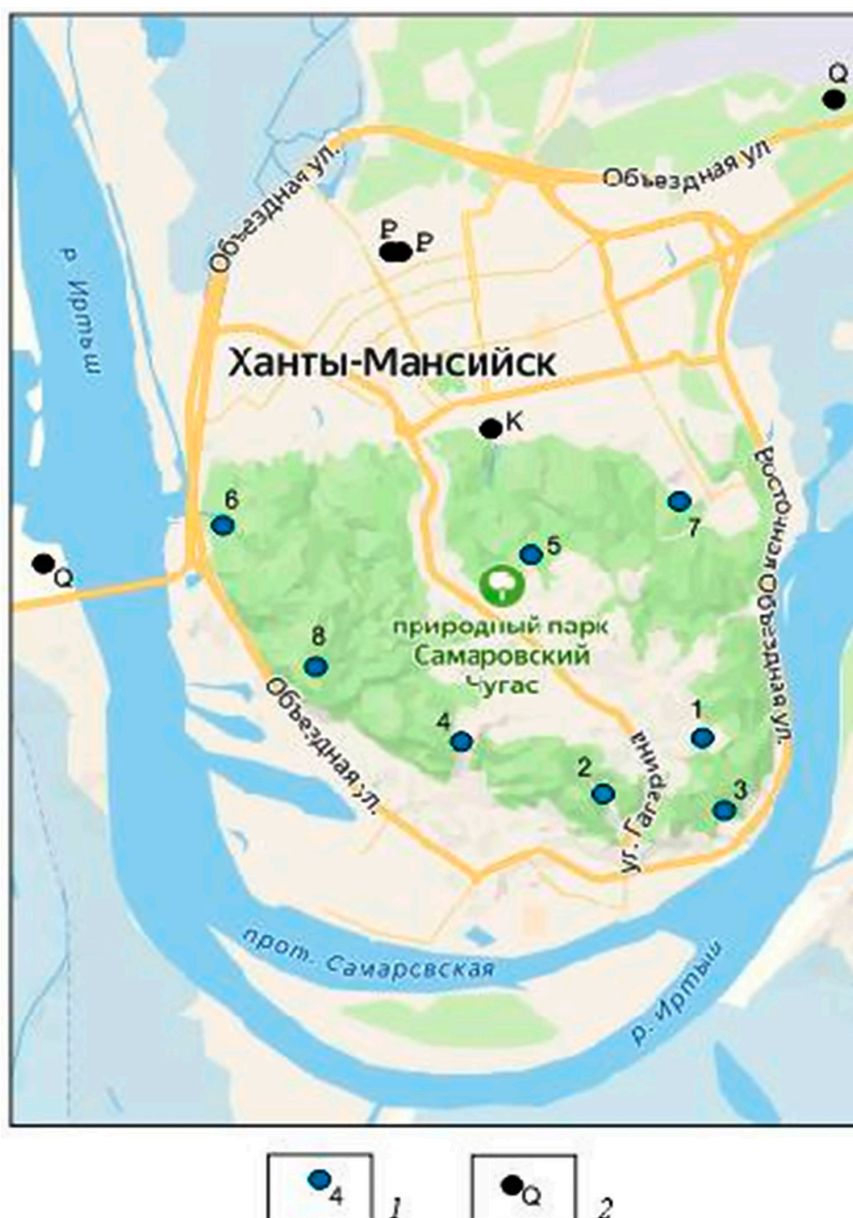
В состав верхнего гидрогеологического этажа входят два водоносных комплекса. Первый – безнапорный плиоцен-четвертичный водоносный комплекс некоторыми исследователями [7–9] подразделяется на водоносные горизонты различного происхождения (ледникового, озерно-ледникового, аллювиального и др.). Ко второму, так называемому рюпельскому водоносному горизонту [7], распространенному повсеместно, относится напорная сложно построенная фациально неоднородная толща новомихайловской и атлымской свит верхнего палеогена.

Нижний этаж представлен водоносным комплексом верхнемеловых отложений апт-альб-сеноманского возраста. Воды этого комплекса используются как минеральные лечебные воды, богатые биологически активными компонентами, обладающие повышенной газонасыщенностью [7].

Цель исследования – установление возможности использования вод родников в качестве дополнительного ресурса подземных вод.

Материалы и методы исследования

Для сравнительного анализа и выявления приуроченности родников подземных вод были изучены подземные воды трех водоносных горизонтов (комплексов), а также воды родников и ручьев, протекающих на территории природного парка «Самаровский Чугас» (рисунок). Пробы подземных вод отбирались из скважин, пробуренных на разные водоносные горизонты, глубиной от 24 до 1226 м. Опробование родников проводилось в летнюю межень (август). Анализ химического состава природных вод проводился в аккредитованной проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии научно-образовательного центра «Вода» Томского политехнического университета (г. Томск) стандартным набором методов (титриметрия, потенциометрия, турбидиметрия, инструментальный нейтронно-активационный анализ, спектральный анализ и др.).



Обзорная схема природного парка «Самаровский Чугас» (г. Ханты-Мансийск):
1 – родники подземных вод (1 – Кедровый, 2 – Чапаевский, 3 – Набережный, 4 – Стрельбищенский,
5 – Водораздельный, 6 – Затонский, 7 – Назымский, 8 – Уковский); 2 – скважины, пробуренные
на водоносные комплексы: Q – плиоцен-четвертичных отложений, P – атлым-новомихайловских
отложений верхнего палеогена, K – апт-альб-сеноманских отложений верхнего мела
Источник: составлено авторами на основе <https://yandex.ru/maps/57/khanty-mansiysk/?ll=69.018902%2C61.003180&z=13>

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам исследований подземных вод (табл. 1) видно, что воды плиоцен-четвертичных отложений умеренно пресные (общая минерализация в среднем составляет 378,0 мг/дм³), по кислотно-щелочному балансу нейтральные. По анионно-катионному составу, благодаря высокому содержанию

двухвалентного железа, воды гидрокарбонатных железисто-кальциевые (по С.А. Щукареву) и гидрокарбонатные кальциевые. Также этот водоносный комплекс отличается повышенными содержаниями ионов сульфата, аммония, марганца, что, вероятно, обусловлено загрязняющими компонентами, проникающими в воды первых от поверхности водоносных горизонтов [9, 10].

Таблица 1

Химический состав подземных вод г. Ханты-Мансийска

Компоненты	Воды плиоцен-чет- вертичных отложений	Воды палеогеновых отложений	Воды меловых отложений	ПДК _в **
pH, ед pH	7,1	6,7	6,9	6,5–8,5
Общая минерализация, мг/дм ³	378,0	275,0	15798,0	
Общая жесткость, мг-экв/дм ³	3,0	1,4	28,5	< 7
Гидрокарбонаты HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	232	180,9	185,0	350
Хлориды Cl ⁻ , мг/дм ³	1,35	18,52	9524,00	500
Сульфаты SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	17,7	2,2	6,0	3,5
Нитраты NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	0,82	2,35	0,30	45
Нитриты NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	0,7	< 0,05	< 0,05	3,0
Аммоний NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	2,38	0,25	39,00	1,5
Кальций Ca ²⁺ , мг/дм ³	62,9	13,7	410,0	
Магний Mg ²⁺ , мг/дм ³	10,45	8,44	98,0	50
Натрий Na ⁺ , мг/дм ³	6,0	44,9	5510,0	200
Калий K ⁺ , мг/дм ³	0,93	1,41	32,00	
Железо общее Fe, мг/дм ³	45,97	2,23	3,03	0,3
Кремний Si, мг/дм ³	17,65	10,21	5,80	10
Алюминий Al, мг/дм ³	0,0011	0,0141	0,0020	0,2
Марганец Mn, мг/дм ³	2,605	0,084	0,533	0,1
Перманганатная окисляемость, мгO ₂ /дм ³	4,2	2,6	16	5,0
Состав вод*	HCO ₃ -Fe-Ca, HCO ₃ -Ca	HCO ₃ -Na	Cl-Na	
Количество проб	2	2	1	

Примечание. * – состав вод приведен согласно классификации С.А. Щукарева, то есть на первом месте указан преобладающий ион; в скобках приведены катионы, процентное содержание которого менее 25 %, но более 20 %; ** – ПДК_в – предельно допустимые концентрации химических элементов в водах хозяйственно-питьевого назначения (далее ПДК_в).

Источник: составлено авторами.

Атлым-новомихайловский водоносный комплекс (используется для центрального водоснабжения), защищенный мощной глинистой толщей от поверхностного загрязнения, характеризуется более низкими концентрациями химических элементов, в основном не превышающими нормативные значения [11]. Воды по кислотно-щелочному балансу соответствуют слабокислой среде и являются гидрокарбонатными натриевыми. В пресных подземных водах наблюдается повсеместное превышение предельно допустимых концентраций по кремнию, что является региональной особенностью вод Западной Сибири.

Более минерализованные подземные воды верхнемеловых отложений являются также нейтральными (pH = 6,9), по общей минерализации соответствуют соленым во-

дам (табл. 1) и имеют хлоридный натриевый состав.

По результатам табл. 1 видно, что химический состав плиоцен-четвертичного водоносного комплекса отличается от более глубокозалегающего атлым-новомихайловского водоносного слоя повышенными концентрациями сульфатов, общего железа, марганца, кремния, с одной стороны, и более низкими показателями хлоридов, натрия, алюминия, с другой. Эта разница оказывает существенное влияние на солевой состав вод. Первый от поверхности водоносный комплекс имеет гидрокарбонатный кальциевый и железисто-кальциевый состав. Второй (атлым-новомихайловский) водоносный комплекс – гидрокарбонатный натриевый состав, хотя для данного водоносного комплекса, имеющего повсеместное рас-

пространение по территории ХМАО, состав вод по катионам не постоянен и может меняться от натриевого до кальциево-магниевого, кальциево-магниево-натриевого [11].

Более минерализованные воды меловых отложений отличаются не только высокими содержаниями макрокомпонентов (Cl^- , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), что является закономерным для соленых вод, но и самыми низкими концентрациями кремния по сравнению с пресными подземными водами. Содержания железа общего и марганца, так же как и в пресных водах, существенно превышают предельно допустимые концен-

трации и находятся на уровне 10 и 5 ПДК соответственно.

Среди многочисленных естественных выходов на дневную поверхность подземных вод (родников) в пределах природного парка «Самаровский Чугас» (табл. 2) в первую очередь уделялось внимание тем, которые расположены в лесном массиве, и тем, которые находятся в частном секторе и активно используются местными жителями для хозяйственных нужд (полива огородов). Не опробовались родники в частном секторе, область питания которых занимали мусорные свалки бытовых отходов.

Таблица 2

Химический состав родников природного парка «Самаровский Чугас»
(г. Ханты-Мансийск)

Компоненты	Название родников								ПДК _в
	Кедровый	Чапаевский	Набережный	Стрельбищенский	Водораздельный	Затонский	Назымский	Уковский	
pH	6,5	7,3	7,1	7,3	7,3	7,2	7,6	7,6	6,5–8,5
Общая минера-лизация, мг/дм ³	661	357	417	493	525	326	316	287	
Общая жесткость, мг-экв/дм ³	9,45	3,80	5,50	5,85	5,15	4,05	3,50	3,20	< 7
HCO_3^- , мг/дм ³	137	239	170	330	243	154	220	205	
Cl^- , мг/дм ³	131,0	18,0	18,7	32,5	98,0	6,9	8,3	8,3	350
SO_4^{2-} , мг/дм ³	75,0	8,4	125,0	15,1	29,2	89,0	15,5	9,7	500
NO_3^- , мг/дм ³	141,00	5,70	1,80	0,68	4,80	0,27	0,13	0,14	45,00
NO_2^- , мг/дм ³	0,12	0,03	0,33	0,03	0,17	0,02	0,02	<0,02	3,0
NH_4^+ , мг/дм ³	0,02	0,39	0,29	0,18	0,07	0,11	0,16	0,09	1,50
Ca^{2+} , мг/дм ³	112	52	65	88	83	41	39	42	
Mg^{2+} , мг/дм ³	47,0	14,6	27,5	17,7	12,2	24,4	18,9	13,4	50,0
Na^+ , мг/дм ³	15,0	13,4	8,2	6,9	49,0	7,6	10,6	6,6	200
K^+ , мг/дм ³	3,2	4,6	0,1	2,2	5,7	3,1	3,1	2,0	
$\text{Fe}^{\text{общ}}$, мг/дм ³	0,09	0,84	0,53	0,32	0,16	0,19	0,22	0,20	0,30
Mn, мг/дм ³	0,009	0,359	0,450	0,263	0,003	0,001	0,001	0,003	0,100
Si, мг/дм ³	13,2	14,3	11,1	13,1	7,7	10,8	12,6	12,2	10
Al, мг/дм ³	0,0004	0,0004	0	0	0,0113	0,0008	0,0025	0,0014	0,200
Перманганатная окисляемость, $\text{MgO}_2/\text{дм}^3$	1,1	6,3	1,3	2,6	4,6	5,2	5,7	4,6	5,0
Состав вод	$\text{Cl-NO}_3 - \text{Ca-Mg}$	$\text{HCO}_3 - \text{Ca-Mg}$	$\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$	$\text{HCO}_3 - \text{Ca}$	$\text{HCO}_3\text{-Cl -Ca-Na}$	$\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$	$\text{HCO}_3 - \text{Ca-Mg}$	$\text{HCO}_3 - \text{Ca-Mg}$	

Примечание. Жирным шрифтом выделены значения, превышающие ПДК_в.
Источник: составлено авторами.

Как видно из табл. 2, химический состав родников по содержанию макрокомпонентов довольно пестрый. По анионному составу воды преимущественно гидрокарбонатные (Чапаевский, Стрельбищенский, Назымский, Уковский), гидрокарбонатно-сульфатные (Набережный, Затонский). По катионному составу воды большинства родников являются кальциево-магниевыми (Затонский, Назымский, Уковский, Набережный, Чапаевский) и кальциевыми (Кедровый, Стрельбищенский). Существенное превышение нормативных показателей установлено в роднике Кедровый по нитратам и общей жесткости, область питания которого занята огородами частных подвои. Несмотря на это воды родника Кедровый активно используются местными жителями не только для полива, но и в питьевых целях.

Сравнительный анализ химического состава подземных вод верхнего гидрогеологического этажа (табл. 1) и опробованных на территории г. Ханты-Мансийска вод родников (табл. 2) позволяет установить тесную взаимосвязь между родниками и подземными водами площади исследований. Гидрокарбонатные кальциево-магнєвые воды и воды смешанного анионного состава – гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-магнєвые, встречающиеся в родниках Чапаевский и Набережный, сопоставимы с водами плиоцен-четвертичного комплекса отложений, объединяющего водоносные горизонты разного генезиса. Тем более по химическому составу воды родников близки водам данного водоносного комплекса, которые характеризуются повышенными содержаниями железа и марганца [11, 12]. Подземные воды, разгружающиеся в родниках Назымский и Уковский, по химическому составу классифицируются как гидрокарбонатные кальциевые, с низкими значениями железа общего и марганца, сопоставимыми с водами атлым-новомихайловского водоносного комплекса [11]. Воды родников Водораздельный, Стрельбищенский и Затонский имеют смешанный состав анионов и катионов, что, вероятно, обусловлено смешением вод разных водоносных горизонтов при разгрузке на дневную поверхность [13].

При оценке экологического состояния вод родников выявлено повышенное содержание железа, марганца, кремния, что характерно для пресных подземных вод ХМАО [12, 13]. Первичными источниками поступления данных химических элементов в подземные воды являются вме-

щающие горные породы [14, 15], а также нельзя исключать антропогенный фактор (примером которого являются воды родника Кедровый). Незначительные превышения нормативных требований к качеству вод хозяйственно-питьевого назначения как в подземных водах плиоцен-четвертичных и атлым-новомихайловских отложениях, так и в водах родников г. Ханты-Мансийска свидетельствует о необходимости проведения водоподготовки. Очистка воды от загрязняющих компонентов возможна с помощью установки современных бытовых фильтров, что делает возможным использование родниковых вод как дополнительного источника водоснабжения населения города. Тем более что эксплуатация водных ресурсов, особенно использование пресных подземных вод, залегающих на глубине более 100 м, для водоснабжения частных хозяйств требует получения предварительного разрешения от государственных органов надзора. Тогда как естественные выходы подземных вод на поверхность в таком разрешении не нуждаются.

Заклєчение

Таким образом, для вовлечения дополнительных источников (родников) в процесс водопользования в городе рекомендуется провести следующие меры.

Во-первых, в целях предотвращения поступления загрязняющих веществ в подземные воды, в частности в родники, область питания которых зачастую находится в жилой части города, убрать/перенести места выбросов и скоплений отходов на достаточное расстояние от родников.

Во-вторых, учитывая планируемый объем жилищного строительства в связи с ростом численности населения, необходимо ведение мониторинга за состоянием родников на территории природного парка «Самаровский Чугас».

В-третьих, места выходов подземных вод на дневную поверхность должны быть облагорожены, это не только способствует охране родников от загрязняющих факторов, но и в целом делает природный парк более красивым и привлекательным для туристов и местных жителей.

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Список литературы

1. Вaшyрина М.В., Рyсaкoвa Ю.О., Храмцoвa A.Л. Прoгнoз измєнения гидрoхимического облика пресных подземных вод в условиях интенсивного нефтяного освоения За-

падной Сибири // Академический журнал Западной Сибири. 2017. Т. 13. № 4 (71). С. 6–9. EDN: YKKTOA.

2. Большаник П.В., Холов Е.Д. Антропогенная трансформация рельефа города Ханты-Мансийска // Экономика и социум. 2024. № 4 (119)–1. С. 806–822. URL: https://www.iupr.ru/_files/ugd/b06fdc_7184a5cad07a4a59802b6e31ea852043.pdf?index=true (дата обращения: 21.03.2025).

3. Дитц Л.Ю. Эрозионные земли территории памятника природы «Ханты-Мансийские холмы» // Московский экономический журнал. 2019. № 13. С. 40–50. DOI: 10.24411/2413-046X-2019-10288.

4. Ковязин И.Г., Абатурова И.В., Стороженко Л.А., Савинцев И.А. Инженерно-геологические условия дислокации в низовьях Иртыша на территории г. Ханты-Мансийск // 17-я научно-практическая конференция и выставка «Инженерная и рудная геофизика 2021». EAGE (Геленджик, 26–30 апреля 2021 г.): доклад + электронная публикация. Геленджик, 2021. DOI: 10.3997/2214-4609.202152129. EDN: DZARYN

5. Крапивнер Р.Б. Происхождение Самаровских дислокаций в низовьях Иртыша (Западная Сибирь) // Геотектоника. 2004. № 5. С. 53–67. URL: http://www.ginras.ru/library/pdf/gt_2004_5.pdf (дата обращения: 07.03.2025).

6. Вашурина М.В., Русакова Ю.О., Храмова А.Л. Изучение состояния пресных подземных вод в условиях интенсивного освоения Красноленинского месторождения // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2019. № 11. С. 51–59. DOI: 10.30713/2413-5011-2019-11(335)-51-59. EDN: DMLGXJ.

7. Денисов В.А., Зылева Л.И., Ковригина Е.К., Козырев В.Е. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Серия Западно-Сибирская. Лист Р-42. Ханты-Мансийск. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2011. 343 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.geokniga.org/sites/geokniga/files/mapcomments/p-42-hanty-mansiysk-gosudarstvennaya-geologicheskaya-karta-rossiyskoy-feder.pdf> (дата обращения: 07.03.2025).

8. Курчиков А.Р., Козырев В.И. Особенности эксплуатации подземных вод атлымского горизонта в западной части Западно-Сибирского мегабассейна (на примере Хутотского месторождения пресных подземных вод) // Академический журнал Западной Сибири. 2016. Т. 12. № 3 (64). С. 27–29. URL:

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_28887415_79615914.pdf (дата обращения: 07.05.2025). EDN: VWYDTU.

9. Кончакова Н.В. Геохимия и санитарно-гигиеническая типизация подземных вод, используемых в питьевых целях в Томской области и Ханты-Мансийском автономном округе // Вода: химия и экология. 2012. № 1 (43). С. 24–31. EDN: OOURPW.

10. Вашурина М.В., Русакова Ю.О., Храмова А.Л. Химический состав пресных подземных вод в естественном и нарушенном состоянии на территории юго-западной части ХМАО – Югры // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2018. № 7. С. 44–51. DOI: 10.30713/2413-5011-2018-7-44-51. EDN: XTBZBR.

11. Колубаева Ю.В., Иванова И.С., Широкова Л.С. Особенности химического состава природных вод и их влияние на здоровье населения севера Западной Сибири // Успехи современного естествознания. 2023. № 11. С. 61–68. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=38144> (дата обращения: 07.05.2025). DOI: 10.17513/use.38144.

12. Храмова А.Л., Русакова Ю.О., Вашурина М.В. Условия формирования особенностей гидрохимического облика пресных подземных вод на автономном участке Самотлорского месторождения ХМАО – Югры // Нефтепромысловое дело. 2016. № 2. С. 50–56. EDN: VKQUTN.

13. Романова Т.И., Хвощевская А.А., Копылова Ю.Г. Распространенность химических элементов в подземных водах природного парка Самаровский чугас (г. Ханты-Мансийск) // Вопросы устойчивого развития общества. 2020. № 9. С. 534–546. DOI: 10.34755/IROK.2020.82.64.078. EDN: BCPXSQ.

14. Романова Т.И., Копылова Ю.Г. Разновидности геохимических типов вод родников г. Ханты-Мансийска // Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: труды V Всероссийской научной конференции с международным участием имени профессора С. Л. Шварцева (Томск, 16–21 октября 2023 г.). Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2023. С. 292–296. ISBN 978-5-4387-1158-2.

15. Хабибулина Р.Д. Поведение железа и марганца в природных водах ХМАО – Югры // Научное сообщество студентов: материалы IX Международной студенческой научно-практической конференции (Чебоксары, 30 апреля 2016 г.). Чебоксары: Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс», 2016. Т. 2. С. 89–91. ISBN 978-5-9908358-0-1.