

## ГЕОЭКОЛОГИЯ / GEOECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.33>

## ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ИСТОЧНИКОВ Г.ХАНТЫ-МАНСИЙСКА

Научная статья

Романова Т.И.<sup>1,\*</sup>, Большаник П.В.<sup>2</sup><sup>1</sup> Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, Российская Федерация<sup>2</sup> Омский государственный педагогический университет, Омск, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (tirom[at]inbox.ru)

**Аннотация**

В работе приведена характеристика эколого-геохимического состояния донных отложений источников на территории природного парка Самаровский Чугас г.Ханты-Мансийска. Изучение химического состава донных осадков обусловлено процессами взаимодействия системы вода – донные отложения, которые напрямую зависят от различных природных факторов. Для оценки степени концентрации химических элементов в твердых осадках сравнение проводилось по отношению к их средним содержаниям в горных породах (кларкам земной коры), используемые в качестве эталона как наиболее устойчивые и постоянные по составу. Химический состав донных отложений отражает экологическое состояние не только подземных вод, но и поверхностных, выявляя особенности перехода химических элементов из жидкой фазы в твердую и обратно.

**Ключевые слова:** химические элементы, донные отложения, родники, уровень загрязнения.

## CHARACTERISTICS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF BOTTOM SEDIMENTS FROM SPRINGS IN KHANTY-MANSIYSK

Research article

Romanova T.I.<sup>1,\*</sup>, Bolshanik P.V.<sup>2</sup><sup>1</sup> Ugra State University, Khanty-Mansiysk, Russian Federation<sup>2</sup> Omsk State Pedagogical University, Omsk, Russian Federation

\* Corresponding author (tirom[at]inbox.ru)

**Abstract**

The work describes the ecological and geochemical state of bottom sediments of springs in the territory of the natural park Samarovsky Chugas of Khanty-Mansiysk. The study of the chemical composition of bottom sediments is conditioned by the processes of interaction of the system water - bottom sediments, which directly depend on various natural factors. To evaluate the degree of concentration of chemical elements in solid sediments, comparison was made in relation to their average content in rocks (crustal clarks), used as a reference as the most stable and constant in composition. The chemical composition of bottom sediments reflects the ecological condition of not only ground waters, but also surface waters, revealing features of transition of chemical elements from the liquid phase to the solid phase and back.

**Keywords:** chemical elements, bottom sediments, springs, pollution levels.

**Введение**

Активная деятельность человека вносит значительный вклад в изменения природных условий окружающей среды как на уже освоенных территориях, так и на новых. В связи с этим правильная оценка эколого-геохимической обстановки водных объектов позволит заблаговременно предусмотреть неблагоприятное развитие событий и своевременно принять меры по недопущению чрезвычайных ситуаций. В первую очередь внимание уделяется химическому составу природных вод, которые испытывают существенную антропогенную нагрузку в пределах г. Ханты-Мансийска [9], [10]. И, как следствие, химизм воды находит отражение в химическом составе донных осадков.

Как показали исследования [7], [8], [11] формирование химического состава природных вод, донных отложений происходит в разных геохимических обстановках и зависит от многих природных факторов. Изучение характера перераспределения химических элементов в системе вода – донные отложения дает возможность оценить масштабы воздействия человека на окружающую среду в пределах городской черты г. Ханты-Мансийска.

**Методы исследования**

Объектом исследований являются донные отложения в местах разгрузки на дневную поверхность подземных вод. В целях наиболее равномерного охвата территории лесного массива было изучено всего 5 источников из 27 обнаруженных в пределах природного парка Самаровский Чугас [6, С.51]. В ходе исследований проводилось опробование подземных вод, донных отложений и твердого осадка (окислы и продукты вторичного минералообразования на камнях в руслах ручьев), который присутствовал в месте выхода источника. Определение их химического состава происходило в аккредитованной ПНИЛ гидрогеохимии Инженерной школы природных ресурсов Томского политехнического университета методами титриметрии, потенциометрии, турбидиметрии и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на масс-спектрометре NexION 300D.

Определение географического положения родников проводилось на основе анализа электронных карт и космоснимков. Основным инструментом для работы выступила программа SAS.Planet.Release.200606. В этом

электронном ресурсе использовались карты Nokia, ESRI ArcGIS Nat.Geo. С помощью ресурсов и инструментария программы были определены координаты узловых точек.

Статистический анализ геохимических данных применен с использованием средств MS Excel.

### Характеристика района исследований

Территория города Ханты-Мансийска представляет собой возвышенность с абсолютными отметками 120 м над уровнем моря с надпойменными террасами р.Иртыш. Ступенчатый характер надпойменных террас с предтеррасными понижениями создают густо изрезанную сеть с многочисленными ручьями и заболоченными участками. В инженерно-геологическом отношении всю территорию города условно можно разделить на районы, в основу выделения которых положена специфика ландшафтной дифференциации [1, С.7]. Объекты исследований (источники подземных вод) находятся в пределах природного парка Самаровский Чугас (табл.1), совпадающего с районом Самаровский останец или Самаровские холмы [1, С.9]. Верхняя часть этой местности характеризуется волнисто-холмистым рельефом, с отдельными лощинами, котловинами, понижениями и заболоченным участком.

Таблица 1 - Характеристика географического положения родников

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.33.1>

Название источника	Положение на элементе рельефа	Географические координаты
Уковский	На склоне юго-западной экспозиции первой надпойменной террасы	N60°59'08,4143" E68°59'59,9427"
Чапаевский	Склон северо-восточной экспозиции ложбины стока на второй надпойменной террасе	N60°58'31,6451" E69°02'53,1480"
Стрельбищенский (правый ручей)	Начало ложбины стока с водораздельной холмистой равнины	N60°59'04,2475" E69°01'21,3971"
Стрельбищенский (левый ручей)	Начало ложбины стока с водораздельной холмистой равнины	N60°59'06,2707" E69°01'24,4870"
Назымский	Пологонаклонная поверхность водораздельной холмистой равнины	N60°59'43,4423" E69°03'24,7500"

В геологическом отношении верхняя часть разреза представлена переслаивающимися суглинками, песками, супесями, глинами, мелкой и крупной галькой, валунами палеоген-неогенового и четвертичного возраста, происхождение которых имеет спорную точку зрения [5, С.55-56]. Осадконакопление осложнено пликативными дислокациями (смещение, напользание и выдавливание, смятие в складки и др.).

Формирование водоносных горизонтов верхнего гидрогеологического этажа происходило на небольших глубинах [6, С.8], от 0,2 м (современный озерно-болотный водоносный горизонт) до 30 м (озерно-ледниковый, озерно-аллювиальный водоносный горизонт) и ниже (под водоупорными породами мощностью в несколько десятков метров водоносный комплекс новомихайловской и атлымской свит верхнепалеогенового возраста). Всего установлено шесть водоносных горизонтов, в основном безнапорных, уровень напорных вод установлен на глубине 1-4 м.

Гидрогеологические условия территории осложнены не только геологическим строением, но и невыдержанностью распространения водоносных горизонтов и наличием опесчаненных линз, насыщенных водой. Питаются подземные воды за счет атмосферных осадков, при этом разгрузка осуществляется в виде большого числа рассеянных малодобитных источников [6, С.9].

### Результаты и обсуждение

Необходимость изучения донных отложений определяется процессами взаимодействия системы вода – донные отложения, механизм протекания которых обусловлен различными природными факторами [13].

Химический состав вод источников был изучен и проанализирован ранее в [9], [10], по общей минерализации воды относятся к умеренно пресным и собственно пресным, характеризуются нейтральной и слабощелочной средой.

В связи с отсутствием общепризнанной системы нормирования загрязняющих компонентов донных грунтов сравнение содержаний химических элементов в твердых осадках проводится по отношению к средним концентрациям химических элементов в водных объектах ХМАО, ЯНАО и их средними содержаниями в горных породах (кларками литосферы) [12]. Кларки химических элементов земной коры широко используются в качестве эталона для оценки степени концентрации химических элементов в ландшафтах, а также для оценки техногенной геохимической трансформации химического состава природных объектов (вода, донные отложения, почвы) [3], так как считается, что химический состав горных пород наиболее устойчив и постоянен.

Исследования донных осадков, отобранных в месте выхода подземных вод на поверхность, показали, что на территории города разгружаются воды с разных глубин, из вмещающих горных пород различного происхождения. Это нашло отражение в химическом составе не только жидкой фазы [9], но и в твердой, т.е. в донных отложениях. Они

характеризуются высоким содержанием хлоридов (рис.1), в разы превышающем количество аниона в других водоемах и водотоках округа [8].

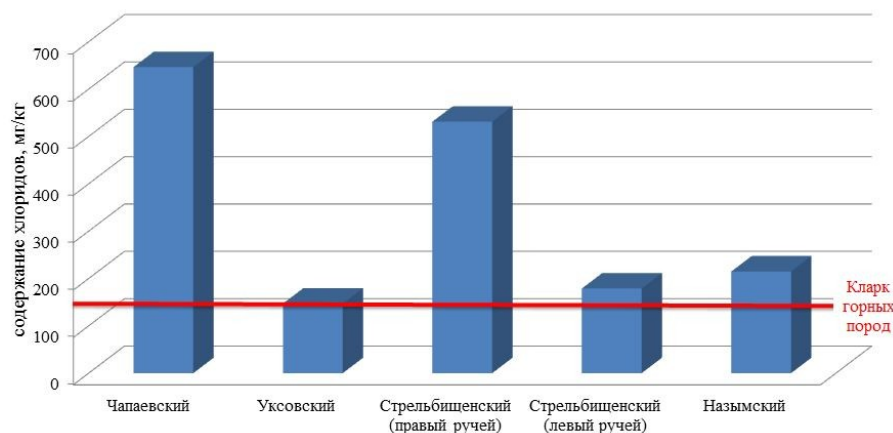


Рисунок 1 - Содержание хлоридов в донных отложениях родников г.Ханты-Мансийска  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.33.2>

Концентрации катионов меняются в широком диапазоне, например, кальций варьирует от 797 мг/кг в Уковском источнике до 13535 мг/кг в донных отложениях Чапаевского источника (табл.2). Магний находится в пределах 506,3 – 1706,6 мг/кг, максимум отмечен в осадке Назымского источника. Концентрации натрия существенно ниже, его минимальные значения встречаются в отложениях левого истока Стрельбищенского родника, составляя всего 10,5 мг/кг, а самое высокое количество натрия (261,1 мг/кг) наблюдается в месте выхода на поверхность Чапаевского источника.

Таблица 2 - Химический состав донных отложений родников по данным 2020 года (мг/кг)

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.33.3>

Компоненты	Название родников					Донные отложения водных объектов ХМАО (n=102) [8]	Донные отложения водных объектов ЯНАО (n=248) [7]
	Чапаевский	Уковский	Стрельбищенский (правый ручей)	Стрельбищенский (левый ручей)	Назымский		
Фосфор, P	23388,78	126,96	5077,39	639,53	674,56		
Хлориды, Cl	646,44	146,98	531,24	178,72	214,72	15,05	
Сульфаты, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-	-	-	-	405,16		
Кальций, Ca <sup>2+</sup>	13535,21	797,04	13305,17	2545,65	2422,83		
Магний, Mg <sup>2+</sup>	983,44	506,30	1177,14	515,77	1706,62		
Натрий, Na <sup>+</sup>	261,10	17,60	54,38	10,46	32,71		
Калий, K <sup>+</sup>	199,79	92,65	187,23	61,63	307,75		
Литий, Li	0,33	1,24	0,96	0,60	3,77		
Железо общее, Fe	200870,82	2561,64	77310,12	17959,53	11117,21	6048,28	10593,33
Марганец, Mn	1614,22	195,52	9972,30	2186,42	980,97	135,86	197,00
Кремний, Si	245,01	87,84	65,96	147,14	79,73		
Алюминий, Al	284,35	920,35	808,53	512,94	2365,20		
Барий, Ba	836,53	14,26	332,79	53,62	54,83		323,00

Стронций, Sr	302,12	6,61	139,68	21,66	29,30		85,03
Свинец, Pb	0,65	1,49	40,88	8,29	4,01	6,43	6,02
Медь, Cu	0,80	0,97	7,92	2,73	3,38	4,49	4,56
Цинк, Zn	4,89	4,93	125,03	143,26	13,84	18,15	16,89
Никель, Ni	3,24	3,06	6,49	3,32	8,30	6,03	6,58
Хром, Cr	6,20	2,01	2,90	1,56	5,79	9,33	20,95
Ванадий, V	10,94	2,56	13,36	3,15	7,44		23,99
Ртуть, Hg	0,002	0,005	0,023	0,023	0,027		
Мышьяк, As	5,62	0,41	27,07	5,75	2,16		

Процессы взаимодействия природных вод с вмещающими отложениями, такими как карбонатные и алюмосиликатные породы оказали большое влияние на поступление железа общего в водную среду и в донные осадки. Максимальными концентрациями железа характеризуются источники Чапаевский, Стрельбищенский (правый ручей), в которых наблюдается превышение кларковых значений в 1,7-4,3 раз (рис.2). В данных источниках высокие содержания железа проявляются через вторичное минералообразование, т.е. отмечено наличие окислов ржавого цвета в большом объеме.

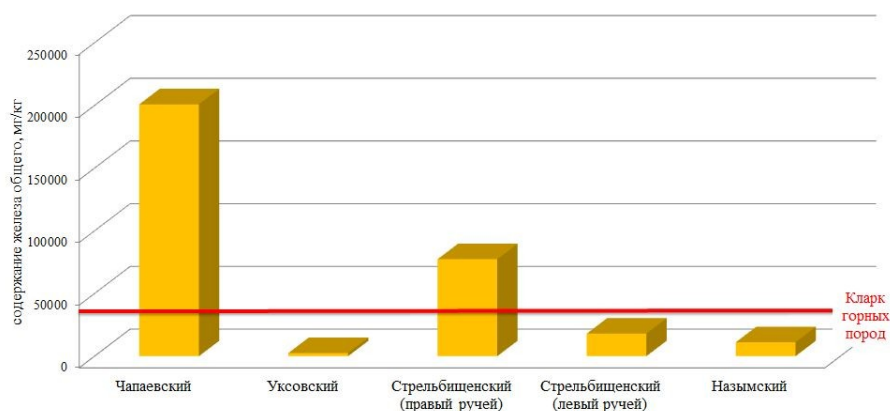


Рисунок 2 - Содержание железа общего в донных отложениях родников г. Ханты-Мансийска  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.33.4>

Помимо железа общего в донных отложениях отмечены высокие концентрации марганца, поступление которого также напрямую зависит от взаимодействия природных вод с вмещающими горными породами [4]. Его среднее содержание в горных породах (кларк) составляет 1000 мг/кг, в донных отложениях округа – менее 200 мг/кг. Максимальными значениями данного химического элемента характеризуются донные осадки в роднике Стрельбищенский (правый ручей) – 9972 мг/кг, минимальные – отмечены в Уковском источнике – 196 мг/кг (рис.3). Высокая миграционная способность марганца приводит к быстрому переходу его из твердой фазы в жидкую и обратно [2].

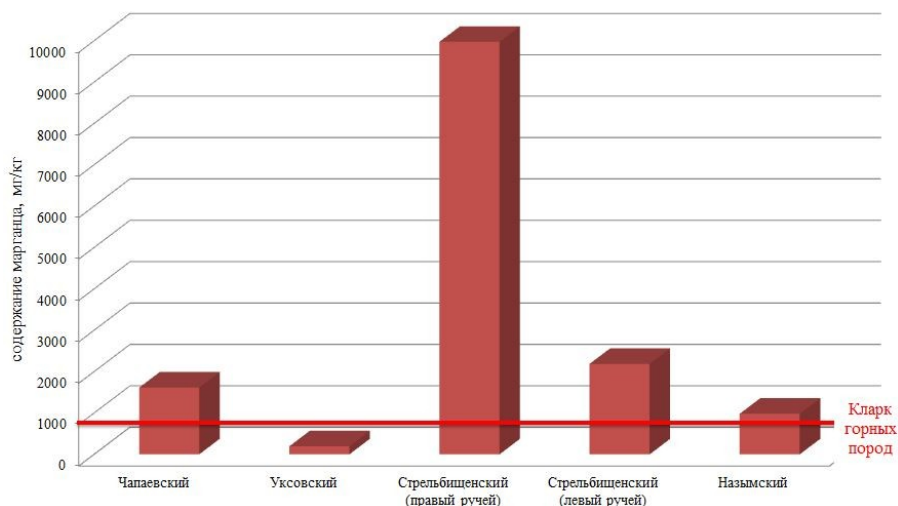


Рисунок 3 - Содержание марганца в донных отложениях родников г.Ханты-Мансийска  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.33.5>

В ходе изучения экологического состояния необходимо обратить внимание на уровень концентрации биогенных веществ, к которым можно отнести кремний и фосфор. Количество кремния на исследуемой территории существенно ниже его среднего содержания в горных породах (295000 мг/кг), несмотря на высокие значения в водной среде [9]. Это свидетельствует о выщелачивании данного элемента из горных пород и накопления его в жидкой фазе. Показатели фосфора в водах источников находятся на уровне предельно допустимых значений, а в донных отложениях, в некоторых источниках (Чапаевский, Стрельбищенский, правый ручей), существенно превышают кларки (рис.4), т.е. накопление биогенных веществ протекает и в жидкой фазе, и в твердом осадке.

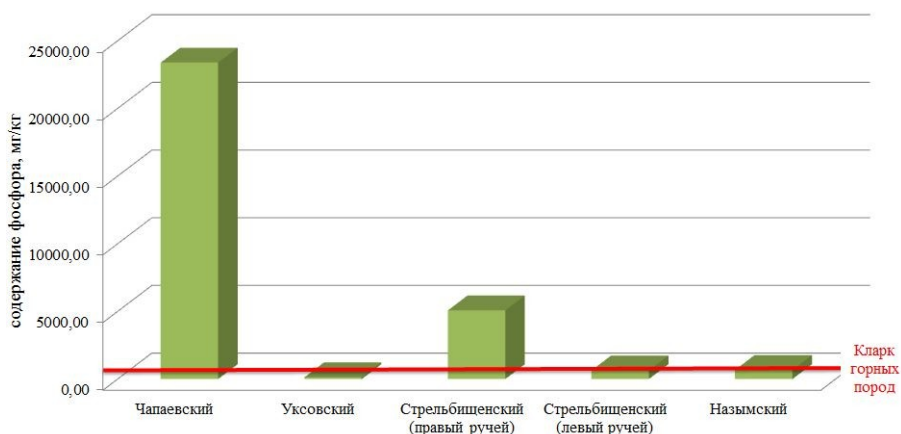


Рисунок 4 - Содержание фосфора в донных отложениях родников г.Ханты-Мансийска  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.33.6>

Содержание тяжелых металлов распространяется в донных отложениях в широких диапазонах, например, концентрация свинца меняется от 0,65 мг/кг в источнике Чапаевский до 40,88 мг/кг в донных осадках Стрельбищенского родника (правый ручей), при этом средние значения по ХМАО и ЯНАО находятся на уровне 6,02-6,43 мг/кг. Поступление данного химического элемента в окружающую среду определяется, чаще всего, техногенными источниками [2].

Донные отложения источников Стрельбищенский (правый и левый ручьи) характеризуются повышенными показателями цинка (табл.1), которые в 7-8,5 раз превышают средние содержания по округу. Особое внимание заслуживает высокотоксичный химический элемент – мышьяк, его концентрации варьируют в пределах 0,41-27,07 мг/кг. При среднем значении в горных породах (кларке) равном 1,7 мг/кг [12], наблюдается повсеместно высокие значения, исключение составляет источник Уковский (рис.5).

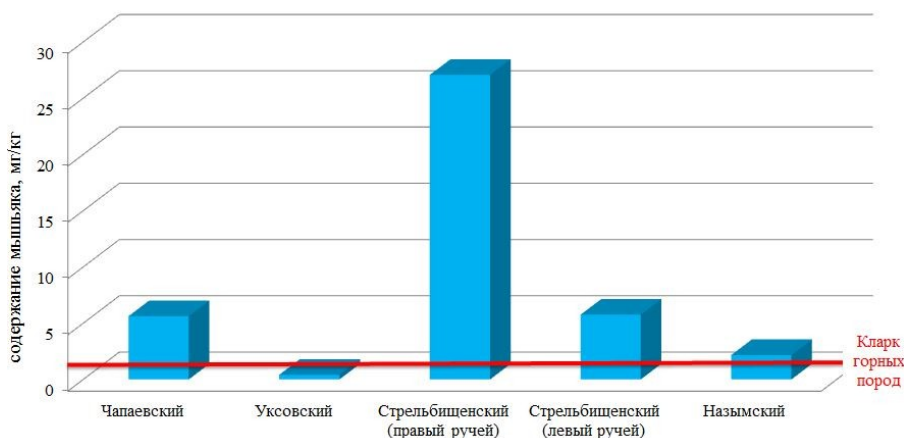


Рисунок 5 - Содержание мышьяка в донных отложениях родников г.Ханты-Мансийска

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.33.7>

Таким образом, химический состав донных отложений в источниках существенно отличается между собой. Наименьшие значения большинства анализируемых компонентов, таких как Cl, P, Ca, Mg, Fe, Mn, Ba, Sr, Ni, V, As, отмечены в донных грунтах источника Уковский. В твердых осадках родников Чапаевский и Стрельбищенский (правый ручей) установлено превышение кларковых значений по таким химическим элементам как Cl, P, Fe, Mn, As, Ba, Pb, Zn (табл.3).

Таблица 3 - Химические элементы, превышающие кларковые значения (приведены по убывающей)

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.33.8>

Объект исследований	Название источников подземных вод				
	Чапаевский	Уковский	Стрельбищенский (правый ручей)	Стрельбищенский (левый ручей)	Назымский
Донные отложения	P, Fe, Cl, As, Mn, Ba		As, Mn, P, Cl, Pb, Fe, Zn	As, Mn, Zn, Cl	As, Cl, Mn

Примечание: жирным шрифтом выделены химические элементы, превышение по которым составляет более 10 раз

### Заключение

Химический состав донных отложений отражает результат длительного антропогенного воздействия не только на водные объекты, но и на весь водосборный бассейн в целом. И как, показали исследования, экологическое состояние водных объектов на территории г. Ханты-Мансийска становится напряженным, испытывая на протяжении длительного времени загрязнение водосборных бассейнов и, как следствие, донных грунтов. Учитывая, что перераспределение химических элементов в системе вода – донные отложения может происходить в обе стороны, можно предположить неоднократное загрязнение вод при переходе химических элементов из твердой фазы в жидкую. Из всех изученных источников относительно благоприятная обстановка отмечена в источнике Уковский, площадь водосбора которого находится в лесном массиве и менее всего подвержена загрязнению. Остальные источники расположены в непосредственной близости городских огородов в частном секторе города и являются источником загрязнения родников г. Ханты-Мансийска.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Булатов В.И. География и экология города Ханты-Мансийска и его природного окружения / В.И. Булатов, И.В. Берегова, Н.О. Игенбаева – Ханты-Мансийск: Информационно-издательский центр, 2007. – 187 с.

2. Дударева И.А. Марганец в воде и донных отложениях нижнего течения реки Иртыш. / И.А. Дударева, Г.С. Алимова, А.Ю. Токарева // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 8. – с. 70-74.
3. Касимов Н.С. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии. / Н.С. Касимов, Д.В. Власов // Вестник Московского университета. – 2015. – № 2. – с. 7-17.
4. Крайнов С.Р. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты / С.Р. Крайнов – М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2012. – 672 с.
5. Крапивнер Р.Б. Происхождение Самаровских дислокаций в низовьях Иртыша (Западная Сибирь). / Р.Б. Крапивнер // Геотектоника. – 2004. – № 5. – с. 53-67.
6. Кусковский В.С. Гидро-инженерно-геологические условия территории города Ханты-Мансийска / В.С. Кусковский – Ханты-Мансийск: РИЦ ЮГУ, 2004. – 56 с.
7. Опекунова М.Г. Фоновое содержание химических элементов в почвах и донных осадках севера Западной Сибири. / М.Г. Опекунова, А.Ю. Опекунов, С.Ю. Кукушкин // Почвоведение. – 2019. – № 4. – с. 422-439.
8. Романова Т.И. Особенности химического состава поверхностных вод и донных отложений рек и озер ХМАО-Югры / Т.И. Романова, В.А. Самарин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2019. – № 12 (90). – Ч. 1. – с. 154-163.
9. Романова Т.И. Характеристика химического состава родников г.Ханты-Мансийска. / Т.И. Романова, П.В. Болшаник // Вопросы устойчивого развития общества. – 2020. – № 6. – с. 314-319.
10. Романова Т.И. Распространенность химических элементов в подземных водах природного парка Самаровский Чугас (г.Ханты-Мансийск). / Т.И. Романова, А.А. Хвощевская, Ю.Г. Копылова // Вопросы устойчивого развития общества. – 2020. – № 9. – с. 534-546.
11. Савичев О.Г. Химический состав донных отложений реки Васюган и её притоков / О.Г. Савичев, В.А. Базанов // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309. – № 3. – с. 37-41.
12. Соловов А.П. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / А.П. Соловов, А.Я. Архипов, В.А. Бугров – М.: Недра, 1990. – 335 с.
13. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза / С.Л. Шварцев – М.: Недра, 1998. – 366 с.

#### **Список литературы на английском языке / References in English**

1. Bulatov V.I. Geografiya i e'kologiya goroda Xanty'-Mansijska i ego prirodnogo okruzheniya [Geography and ecology of the Khanty-Mansiysk city and its natural environment] / V.I. Bulatov, I.V. Beregova, N.O. Igenbaeva – Xanty'-Mansijsk: Informacionno-izdatel'skij centr, 2007. – 187 p. [in Russian]
2. Dudareva I.A. Marganecz v vode i donny'x otlozheniyax nizhnego techeniya reki Irty'sh [Manganese in water and bottom sediments of the lower Irtysh River]. / I.A. Dudareva, G.S. Alimova, A.Yu. Tokareva // Uspexi sovremennogo estestvoznaniya [Successes of modern natural science]. – 2017. – № 8. – p. 70-74. [in Russian]
3. Kasimov N.S. Klarki ximicheskix e'lementov kak e'talony' sravneniya v e'kogeoximii [Klarki of chemical elements as comparison standards in ecogeochemistry]. / N.S. Kasimov, D.V. Vlasov // Vestnik Moskovskogo universiteta [Bulletin of Moscow University]. – 2015. – № 2. – p. 7-17. [in Russian]
4. Krajnov S.R. Geoximiya podzemny'x vod. Teoreticheskie, prikladnye i e'kologicheskie aspekty' [Geochemistry of groundwater. Theoretical, applied and environmental aspects] / S.R. Krajnov – M.: CentrLitNefteGaz, 2012. – 672 p. [in Russian]
5. Krapivner R.B. Proisxozhdenie Samarovskix dislokacij v nizov'yax Irty'sha (Zapadnaya Sibir') [Origin of Samarov dislocations in the lower Irtysh (Western Siberia)]. / R.B. Krapivner // Geotektonika [Geotectonics]. – 2004. – № 5. – p. 53-67. [in Russian]
6. Kuskovskij V.S. Gidro-inzhenerno-geologicheskie usloviya territorii goroda Xanty'-Mansijska [Hydro-engineering and geological conditions of the territory of the city of Khanty-Mansiysk] / V.S. Kuskovskij – Xanty'-Mansijsk: RICZ YUGU, 2004. – 56 p. [in Russian]
7. Opekunova M.G. Fonovoe sodержание ximicheskix e'lementov v pochvax i donny'x osadkax severa Zapadnoj Sibiri [Background content of chemical elements in soils and bottom sediments of the north of Western Siberia]. / M.G. Opekunova, A.Yu. Opekunov, S.Yu. Kukushkin // Pochvovedenie [Soil Science]. – 2019. – № 4. – p. 422-439. [in Russian]
8. Romanova T.I. Osobennosti khimicheskogo sostava poverkhnostnykh vod i donnykh otlozhenii rek i ozer KhMAO-Yugri [Features of the chemical composition of surface waters and bottom sediments of rivers and lakes of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra] / T.I. Romanova, V.A. Samarina // Mezhdunarodnii nauchno-issledovatel'skii zhurnal [International Research Journal]. – 2019. – № 12 (90). – Pt. 1. – p. 154-163. [in Russian]
9. Romanova T.I. Xarakteristika ximicheskogo sostava rodnikov g.Xanty'-Manisjska [Characterization of the chemical composition of the springs of Khanty-Manisysk]. / T.I. Romanova, P.V. Bol'shanik // Voprosy' ustojchivogo razvitiya obshhestva [Issues of sustainable development of society]. – 2020. – № 6. – p. 314-319. [in Russian]
10. Romanova T.I. Rasprostranennost' ximicheskix e'lementov v podzemny'x vodax prirodnogo parka Samarovskij Chugas (g.Xanty'-Mansijsk) [Prevalence of chemical elements in the groundwater of the Samarovsky Chugas Natural Park (Khanty-Mansiysk)]. / T.I. Romanova, A.A. Xvashhevskaya, Yu.G. Kopylova // Voprosy' ustojchivogo razvitiya obshhestva [Issues of Sustainable Development of Society]. – 2020. – № 9. – p. 534-546. [in Russian]
11. Savichev O.G. Khimicheskii sostav donnykh otlozhenii reki Vasyugan i yeyo pritokov [Chemical composition of bottom sediments of the Vasyugan River and its tributaries] / O.G. Savichev, V.A. Bazanov // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta [Izvestia of Tomsk Polytechnic University]. – 2006. – Vol. 309. – № 3. – p. 37-41. [in Russian]
12. Solovov A.P. Spravochnik po geoximicheskim poiskam polezny'x iskopaemy'x [Handbook of Geochemical Mineral Prospecting] / A.P. Solovov, A.Ya. Arhipov, V.A. Bugrov – M.: Nedra, 1990. – 335 p. [in Russian]

13. Shvarcev S.L. Hidrogeoximiya zony' gipergeneza [Hydrogeochemistry of the hypergenesis zone] / S.L. Shvarcev – М.: Nedra, 1998. – 366 p. [in Russian]