

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД НА НАУЧНЫХ ПОЛИГОНАХ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА (ПУРОВСКИЙ, ТАЗОВСКИЙ, ШУРЫШКАРСКИЙ, ПОЛЯРНО-УРАЛЬСКИЙ)

**Е.В. Агбальян, Р.А. Колесников, А.С. Красненко, Е.Н. Моргун,  
Е.В. Шинкарук, А.С. Печкин, Р.И. Локтев, Р.М. Ильясов, В.О. Кобелев**

E-mail: agbelena@yandex.ru

*ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», г. Салехард, Россия*

**АННОТАЦИЯ:** В 2018 г. проведены оригинальные исследования водных объектов на научных полигонах Ямало-Ненецкого автономного округа. Водоемы расположены в зонах северной и средней тайги, южной тундры и лесотундры, на восточном склоне Полярного Урала. В пробах поверхностных вод определялись основные гидрохимические показатели. Для интегральной оценки качества вод использовался индекс загрязнения воды (ИЗВ).

Поверхностные воды обследованных водных объектов – низко минерализованные с малыми концентрациями основных анионов и катионов. Все изученные воды по показателю БПК<sub>5</sub> относятся к «грязным» и «очень грязным». В пробах поверхностных вод Полярного Урала выявлены высокие концентрации бенз(а)пирена. Воды полигона Тазовский характеризуются как умеренно загрязненные, воды р. Пур – загрязненные, р. Сыня – грязные. Очень загрязненными являются водные объекты Полярного Урала. Высокие значения ИЗВ связаны с повышенными концентрациями бенз(а)пирена, БПК<sub>5</sub>, марганца, меди, цинка, алюминия. Индекс загрязнения воды характеризует неблагоприятную биогеохимическую ситуацию в регионе. В водных объектах Полярного Урала установлен повышенный уровень техногенного загрязнения, источником которого являются процессы горения органического топлива. Поверхностные воды обследованных водных объектов относятся к водам низкого качества.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** природная вода, загрязняющие вещества, анионы, катионы, качество вод, полигон Пуровский, полигон Тазовский, полигон Шурышкарский, полигон Полярно-Уральский, Ямало-Ненецкий автономный округ.

На территории Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) насчитывается около 300 тыс. озер, в основном ледникового происхождения, и более 50 тыс. рек. Самые крупные реки – Обь, Надым, Таз и Пур. Поверх-

---

© Агбальян Е.В., Колесников Р.А., Красненко А.С., Моргун Е.Н., Шинкарук Е.В., Печкин А.С., Локтев Р.И., Ильясов Р.М., Кобелев В.О., 2019

ностные водные объекты, как нижний (аквальный) уровень в элементарном геохимическом ландшафте, являются областью сноса и в наибольшей степени подвержены химическому загрязнению.

Среди основных путей поступления загрязнителей в водоемы выделяются поверхностный и внутриводный стоки, атмосферный перенос, прямой сброс сточных вод и захоронение отходов [1–5]. По данным официальных источников [6], пресные подземные воды в ЯНАО по своему качественному составу являются физиологически неполноценными для использования населением в качестве питьевых вследствие недостаточной концентрации необходимых организму человека компонентов (кальция, магния, фтора, йода) и низкой минерализации.

Оценка состояния водных объектов как индикаторов экологической ситуации является актуальной задачей. Экологические исследования озерных и речных экосистем включают выявление содержания в водах эндогенных и техногенно-привнесенных химических веществ. Учитывая значительное количество озер и рек на территории округа и их слабую изученность [7–9], большую практическую значимость представляет исследование факторов устойчивости природных вод к загрязнению тяжелыми металлами и нефтяными углеводородами. Цель данного исследования – оценка состояния поверхностных вод Ямало-Ненецкого автономного округа.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 2018 г. проведено гидрохимическое обследование водных объектов, расположенных на научных полигонах Пуровский-1, Пуровский-2, Тазовский, Шурышкарский и Полярно-Уральский в пределах Ямало-Ненецкого автономного округа на территории от восточных склонов Полярного Урала до междуречья Пура и Таза. Полигоны являются частью наблюдательной сети комплексного экологического мониторинга, созданной для оценки и прогноза состояния экосистем в местах традиционного проживания коренного малочисленного населения автономного округа. Полигон Пуровский-1 расположен в зоне средней тайги Пуровского района на 20 км западнее г. Ноябрьска. Полигон Пуровский-2 находится в зоне северной тайги Пуровского района севернее г. Тарко-Сале на 23 км. Полигон Тазовский расположен в зоне южной тундры и лесотундры Тазовского района, удален от пос. Тазовский на 35 км и от с. Газ-Сале на 22 км. Полигон Шурышкарский расположен в зоне средней тайги в окрестностях сел Овгорт, Ямгорт Шурышкарского района (рисунок). Полигон Полярно-Уральский – на восточном склоне Полярного Урала.

Обследованные водные объекты характеризуются весенним половодьем с максимумом в конце мая, летними и весенними паводками, устойчивым



продолжительным ледоставом и продолжительной зимней меженью. Питание рек и озер, главным образом, снеговое.

На полигонах Пуровский-1 и Пуровский-2 пробы природных поверхностных вод отобраны из следующих водных объектов: р. Пур (проба 1: 64°56'25.10"С 77°39'01.10"В), р. Нехтын-Пырын-Яха (проба 2: 63°09'44.90"С 74°45'44.20"В). На научном полигоне Тазовский изучены гидрохимические показатели вод ручья (проба 3: 67°20'22.70"С 78°57'16.40"В), р. Нунэ-Яха (проба 4: 67°19'14.60"С 78°48'39.50"В), р. Нунэ-Яха (проба 5: 67°10'32.10"С 78°49'28.40"В). На полигоне Шурышкарский исследованы гидрохимические характеристики р. Сыня (проба 6: 64°49'43.17"С 63°58'52.13"В, проба 7: 64°56'22.16"С 64°22'15.03"В). На научном полигоне Полярно-Уральский отобраны пробы из безымянного ручья Полярного Урала (проба 8: 66°52'7.85"С 65°25'50.75"В) и ручья Романтиков (проба 9: 66°54'30.41"С 65°42'24.11"В).

Отбор проб осуществлялся согласно ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб». В пробах поверхностных вод определяли следующие показатели: рН, минерализация, главные ионы ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ), фториды, бромиды, йодиды, вещества биогенной природы (аммо-

нийный, нитритный и нитратный азот, фосфаты), селен, кремний, тяжелые металлы и металлоиды (Al, Bi, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, V, Cd, Pb, Hg), содержание растворенного кислорода, ХПК (химическое потребление кислорода), БПК<sub>5</sub> (биологическое потребление кислорода), АПАВ, формальдегид, фенолы, нефтепродукты, бенз(а)пирен.

Химические анализы выполнены в лаборатории ООО «ЭКОСТАНДАРТ «Технические решения»», аккредитованной в Системе аккредитации аналитических лабораторий (центров) Росстандарта России.

При определении концентрации перечисленных ингредиентов использовали аналитические приборы: жидкостно-ионный хроматограф Стайер, рН-метр, анализатор жидкости «Флюорат-02-4М», спектрофотометр UNICO1201, спектрометр эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой серии iCAP 6000OPTIMA 3300, вольт-амперометрический анализатор АКВ-07, газовый хроматограф «Кристаллюкс-4000М». Применялись титриметрические методы и методы на основе тест-наборов. Для интегральной оценки качества вод использовали индекс загрязнения воды (ИЗВ) [10]. В расчетную формулу были включены БПК<sub>5</sub>, марганец, алюминий, медь, цинк, бенз(а)пирен.

Содержание органического углерода рассчитывали по формуле:  $C_{\text{орг}} = 0,375 \times \text{ХПК}$ , концентрация общего растворенного органического вещества принималась равной  $2 \times C_{\text{орг}}$  [11, 12]. Оценка лабильного органического углерода проводилась по показателю БПК<sub>5</sub> с использованием коэффициента 0,32 [13].

При оценке экологического состояния водных объектов применяли предельно допустимые концентрации (ПДК) для водоемов рыбохозяйственного назначения. Большинство изученных водоемов используются коренным населением как промысловые угодья и являются местом обитания и воспроизводства ценных видов рыб.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Поверхностные воды обследованных водных объектов относятся к низко минерализованным хлоридным водам (минерализация менее 0,2 г/л) и имеют слабокислую реакцию. Показатели минерализации характерны для ультрапресной воды (табл. 1).

Воды во всех обследованных водных объектах характеризуются низкими концентрациями хлорид-ионов, сульфат-ионов, нитрат-ионов, нитрит-ионов и ионов аммония, натрия, калия, кальция и магния. Концентрация минерального фосфора в поверхностных водах менялась от минимальных значений (на уровне пределов обнаружения – менее 0,05 мг/дм<sup>3</sup>) для р. Сыня Шурышкарского полигона до максимального показателя (0,37 мг/дм<sup>3</sup>) для р. Нехтын-Пырын-Яха полигона Пуровский-1. Установлено превышение допустимых рыбохозяйственных норм по содержанию фосфатов в воде

р. Нехтын-Пырын-Яха (полигон Пуровский-1) и Нунэ-Яха (полигон Тазовский), 1,9 ПДК и 1,4 ПДК соответственно.

**Таблица 1.** Содержание основных катионов и анионов в поверхностных водах Ямало-Ненецкого автономного округа, мг/дм<sup>3</sup>

Table 1. Content of the main cations and anions in surface waters of the Yamal-Nenets Autonomous District, mg/dm<sup>3</sup>

№ пробы	Катионы					Анионы					pH	минерализация
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		
Полигоны Пуровский-1 и Пуровский-2												
1	2,17	0,76	4,04	0,67	0,09	0,0021	0,45	0,034	3,01	<0,1	6,34	18,3
2	4,00	1,35	3,41	0,46	0,09	0,0018	0,38	0,37	0,89	<0,1	6,42	22,5
Полигон Тазовский												
3	2,46	0,91	3,37	0,56	<0,04	<0,0015	0,86	0,06	1,77	<0,1	6,24	20,2
4	5,89	2,58	5,6	0,74	<0,04	0,0040	0,60	0,28	4,43	<0,1	6,65	38,2
5	<1	0,18	2,07	0,48	<0,04	0,0018	0,27	0,090	0,89	<0,1	6,07	5,95
Полигон Шурышкарский												
6	1,9	1,25	15,1	1,33	<0,04	0,0021	0,82	<0,05	1,95	<0,1	6,19	39,1
7	1,28	1,29	5,84	1,86	<0,04	0,0036	0,23	<0,05	3,55	<0,1	6,77	22,3
Полигон Полярно-Уральский												
8	3,37	1,74	7,02	2,03	0,08	0,0018	0,34	0,12	3,37	<0,1	6,54	19,9
9	1,62	1,1	5,63	1,49	0,09	0,0030	0,41	0,1	2,13	<0,1	6,46	24,4
ПДК <sub>рх</sub>	180	40	120	50	0,5	0,08	40	0,2	300	100	6,0-8,5	–

Известно, что показатель ХПК проявляет физико-географическую зональность: для поверхностных вод горных районов характерна низкая окисляемость (2–5 мгО<sub>2</sub>/л), для тундры – средняя окисляемость (5–10 мгО<sub>2</sub>/л), для северной тайги – высокая окисляемость (15–20 мгО<sub>2</sub>/л) [14]. Для обследованных водных объектов такая закономерность не выявлена (табл. 2). Показатели ХПК находились в диапазоне от 25,3 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> для вод горных районов, 23,6 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> для природных вод лесотундры и 29,5 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> для северной тайги. Концентрация органического углерода в поверхностных водах варьирует от 4,5 мг/дм<sup>3</sup> в р. Сыня (проба 7) до 11,9 мг/дм<sup>3</sup> в р. Пур (полигон Пуровский-2).

Концентрация «биологически мягких» органических веществ опосредованно характеризуется показателем БПК<sub>5</sub>. Все обследованные водоемы по показателю БПК<sub>5</sub> относятся к грязным (4,0–10,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) и очень грязным (более 10 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>). Максимальные значения БПК<sub>5</sub> зафиксированы в р. Сыня (9,6 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, проба 6) и водотоках Полярного Урала (9,0 и 10,8 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> соответственно). Концентрация лабильного углерода и отношение C<sub>L</sub>/C<sub>орг</sub> наибольшие в р. Сыня и водотоках Полярного Урала.

**Таблица 2.** Показатели химического и биологического потребления кислорода (ХПК, БПК<sub>5</sub>), содержания углерода в поверхностных водах Ямало-Ненецкого автономного округа

Table 2. Indicators of chemical/biological oxygen demand (COD, BOD<sub>5</sub>) and carbon content in surface waters of the Yamal-Nenetsk Autonomous District

Номер пробы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ПДКрх
ХПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	31,7	27,3	31,2	23,4	16,1	27,0	11,9	23,1	27,5	30
Сорг, мг/дм <sup>3</sup>	11,9	10,2	11,7	8,8	6,0	10,1	4,5	8,7	10,3	–
РОВ, мг/дм <sup>3</sup>	23,8	20,4	23,4	17,6	12,0	20,2	9,0	17,4	20,6	–
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	4,3	4,5	3,7	4,1	3,6	9,6	4,5	9,0	10,8	2
С <sub>L</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	1,4	1,4	1,2	1,3	1,2	3,1	1,4	2,9	3,5	–
Сорг/С <sub>L</sub> , %	12	14	10	15	20	31	31	33	34	–

Примечание: РОВ – растворенное органическое вещество, С<sub>орг</sub> – содержание органического углерода, С<sub>L</sub> – содержание лабильного углерода.

Легкоокисляющимися органическими веществами являются формальдегид и фенолы, концентрации которых в природных водах обследуемых водоемов находились на уровне пределов обнаружения. Среднюю скорость окисления имеют анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ), содержание которых также определено на низком уровне.

В пробах поверхностных вод, отобранных из водоемов Полярного Урала, выявлены высокие концентрации бенз(а)пирена – 23,1 нг/дм<sup>3</sup>. ПДК<sub>СанПиН</sub> бенз(а)пирена для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования составляет 1 нг/л (гигиенический норматив) [ГН 2.1.5.1315-03, СанПиН 2.1.4.1116-02].

Содержание ионов фтора в природных водах обследованных водных объектов не превышает 0,1 мг/м<sup>3</sup>, брома – 0,1 мг/м<sup>3</sup>, содержание йода не превышает 0,008 мг/м<sup>3</sup>.

Результаты исследования проб поверхностных вод выявили повышенные концентрации ионов алюминия в водах рек Пур (полигон Пуровский-2), Нунэ-Яха (полигон Тазовский), Сыня (полигон Шурышкарский) и водотоках Полярного Урала (табл. 3).

**Таблица 3.** Содержание металлов и металлоидов в поверхностных водах Ямало-Ненецкого автономного округа

Table 3. Content of metals in metalloids in surface waters of the Yamal-Nenetsk Autonomous District

Номер пробы	Si мг/дм <sup>3</sup>	Al мг/дм <sup>3</sup>	Cr мг/дм <sup>3</sup>	Mn мг/дм <sup>3</sup>	Cu мг/дм <sup>3</sup>	Zn мг/дм <sup>3</sup>	Sr мг/дм <sup>3</sup>	Li мг/дм <sup>3</sup>
Полигоны Пуровский-1 и Пуровский-2								
1	6,38	0,09	<0,01	0,031	0,0068	0,016	<0,1	0,018
2	9,67	0,04	<0,01	0,025	0,0052	0,011	<0,1	0,018
Полигон Тазовский								
3	<0,5	<0,04	<0,01	0,018	0,0052	0,026	<0,1	0,018
4	3,75	<0,04	<0,01	0,033	0,0059	0,019	<0,1	0,019
5	<0,5	0,090	<0,01	<0,01	0,0037	0,014	<0,1	0,018
Полигон Шурышкарский								
6	<0,5	<0,04	0,0015	0,18	0,0037	0,038	0,08	0,013
7	<0,5	0,10	0,012	0,10	0,0041	0,026	0,05	0,013
Полигон Полярно-Уральский								
8	6,85	0,050	0,0027	0,22	0,0050	0,019	0,051	0,013
9	5,77	0,10	0,0014	0,24	0,0046	0,02	0,076	0,013
ПДКрх	не норм.	0,04	0,02	0,01	0,001	0,01	0,4	0,08

Максимальные концентрации марганца для природных вод Полярного Урала – 0,22 и 0,24 мг/дм<sup>3</sup>. Его предельно допустимая концентрация для водных объектов рыбохозяйственного назначения составляет 0,01 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание марганца в природных водах всех обследованных водоемов превышает экологические нормативы.

Повышенные концентрации меди и цинка в поверхностных водах выявлены во всех обследованных водоемах. Средние мировые концентрации металлов в поверхностных речных водах, рассчитанные по данным о их

содержании в крупнейших реках разных материков, составляют для меди 1,48 мкг/л, для цинка – 0,60 мкг/л [15].

Содержание ионов селена в природных водах не превышает 0,005 мг/дм<sup>3</sup>, висмута 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, кобальта 0,001 мг/дм<sup>3</sup>, никеля 0,005 мг/дм<sup>3</sup>, свинца 0,001 мг/дм<sup>3</sup>, ртути 0,0001 мг/дм<sup>3</sup>, кадмия 0,0005 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальные значения концентраций металлов и металлоидов в водных объектах ЯНАО формируют следующий ряд: Si (9,7 мг/дм<sup>3</sup>) > Mn (0,24 мг/дм<sup>3</sup>) > Al (0,1 мг/дм<sup>3</sup>) > Sr (0,086 мг/ дм<sup>3</sup>) > Zn (0,038 мг/дм<sup>3</sup>) > Li (0,019 мг/дм<sup>3</sup>) > Cr (0,012 мг/дм<sup>3</sup>) > Cu (0,0068 мг/дм<sup>3</sup>).

Интегральная оценка качества вод позволила ранжировать исследованные водные объекты в зависимости от класса качества. Значения ИЗВ варьируют от 1,5 до 9,6 (табл. 4). По шкале качества вод [ГОСТ Р51-592-2000] воды полигона Тазовский относятся к умеренно загрязненным (3 класс качества). Поверхностные воды р. Нехтын-Пырын-Яха полигона Пуровский также относятся к умеренно загрязненным водам.

**Таблица 4.** Интегральная оценка качества вод Ямало-Ненецкого автономного округа  
Table 4. An integral assessment of the water quality of the Yamal-Nenetsk Autonomous District

Номер пробы	ИЗВ	Характеристика	Класс качества
Полигоны Пуровский-1 и Пуровский - 2			
1	2,7	Загрязненные	4
2	1,9	Умеренно загрязненные	3
Полигон Тазовский			
3	2,0	Умеренно загрязненные	3
4	1,8	Умеренно загрязненные	3
5	1,5	Умеренно загрязненные	3
Полигон Шурышкарский			
6	5,1	Грязные	5
7	3,4	Загрязненные	4
Полигон Полярно-Уральский			
8	9,6	Очень грязные	6
9	9,5	Очень грязные	6

Воды р. Пур в среднем течении относятся к 4 классу качества. Воды р. Сыня полигона Шурышкарский характеризуются как грязные. Очень грязными являются воды изученных водных объектов Полярного Урала. Высокие значения ИЗВ обусловлены, главным образом, значительными концентрациями бенз(а)пирена, марганца, БПК<sub>5</sub> и меди.



Малая минерализация изученных поверхностных вод обусловлена преобладанием атмосферного питания, значительной заболоченностью водоразделов, а также процессами сезонного промерзания поверхностного слоя грунтов и в связи с этим низкой возможностью обогащения талых вод солями [16]. Пониженная минерализация вод также связана с широким распространением водно-ледниковых отложений песчаного и супесчаного состава.

Низкая минерализация природных вод ЯНАО, низкие концентрации биологически активных элементов обуславливают риски для здоровья населения, связанные с потреблением физиологически неполноценной питьевой воды. Известно, что низкий уровень калия и магния в воде коррелирует с распространенностью сердечно-сосудистых заболеваний, недостаточность кальция приводит к развитию костно-мышечных заболеваний и снижает адаптационные возможности организма человека [17, 18]. Недостаточность йода вызывает формирование заболеваний щитовидной железы, низкий уровень фтора в воде приводит к повышенной заболеваемости населения кариесом [19–21].

В обследованных водных объектах установлено превышение допустимых рыбохозяйственных норм по содержанию фосфатов. Фосфор относится к элементам питания, необходимым для роста и развития фитопланктона, фитобентоса, высших водных растений. Деструкция органического вещества возвращает в водную среду потребленные растениями из воды фосфаты. Неорганический фосфор в поверхностные воды поступает также из осадочных пород [22]. Превышения ПДК для фосфатов могут быть связаны и с загрязнением водных объектов промышленными неочищенными или хозяйственно-бытовыми стоками [23].

Повышенная величина бихроматной окисляемости исследованных вод вызывается влиянием многих факторов: общая биологическая продуктивность водоема, степень загрязнения органическими веществами и соединениями биогенных элементов, уровень поступления органических веществ естественного болотного и торфяного происхождения. Высокие показатели БПК<sub>5</sub> не ассоциируются с наибольшими значениями ХПК, что свидетельствует о различной природе органических веществ в водоемах [24].

Содержание бенз(а)пирена в исследованных образцах природных вод Полярного Урала сопоставимо с его концентрациями в водных объектах крупного мегаполиса. Так, в поверхностных водах р. Екатерингофка Санкт-Петербурга концентрация бенз(а)пирена достигает 44 нг/л, в р. Фонтанке – 3 нг/л, в водах р. Урал Оренбургской области – 2 нг/л [25, 26]. Бенз(а)пирен относится к полициклическим ароматическим углеводородам (ПАУ) с доказанным канцерогенным действием. Основной источник его поступления – процессы горения органического топлива. В водную среду бенз(а)пирен попадает в результате осаждения или вымывания осадками из атмосферы,

загрязненной выбросами, на подстилающую поверхность, далее ПАУ поступают в водные объекты [27]. Донные отложения способны накапливать бенз(а)пирен и повторно загрязнять водные объекты при уменьшении его концентрации в воде.

К природным источникам ПАУ относятся потоки углеводородов в пределах нефтегазоносных районов. В исследованных пробах превышений по нефтепродуктам не выявлено. Существенная роль в поступлении ПАУ в окружающую среду принадлежит транспорту. В последнее время на Полярном Урале получил развитие нерегулируемый туризм, загрязнение водоисточников связано с данным фактом. Так, департаментом природно-ресурсного регулирования, лесных отношений и развития нефтегазового комплекса ЯНАО в 2015–2016 гг. было выдано разрешений на посещение природного парка «Полярно-Уральский» на 1091 ед. транспортных средств, в 2017–2018 гг. – свыше 1000. Необходимо продолжить исследования для получения дополнительной информации о загрязнении природной среды на данном научном полигоне.

Повышенные содержания алюминия в водной среде связаны, главным образом, с природным фактором. Алюминий поступает в окружающую среду в результате растворения бокситов, алюмосиликатов, глин. Возможен аэротехногенный путь поступления алюминия в водную среду с атмосферными осадками. В кислой среде алюминий находится в виде подвижных ионов гидроксидов  $Al(OH)_2^+$  [7, 28].

Повсеместно в обследованных водных объектах выявляются повышенные концентрации марганца. В окружающую среду марганец поступает в процессе выветривания марганецсодержащих минералов: ильменита, пиролюзита, манганита, браунита или выщелачивания железомарганцевых руд. Марганец, выходящий с грунтовыми и подземными водами, в аэробной среде окисляется кислородом до оксида марганца и в виде железомарганцевых корок накапливается на дне рек и озер [29].

Поверхностные воды региона характеризуются повышенным содержанием цинка и меди (халькофильные элементы), которые поступают в водные объекты в результате интенсивного выноса в зоне выветривания. Предельно допустимые концентрации цинка и меди установлены для растворенной формы металлов. При проведении экологического мониторинга используются методики определения валовых содержаний. Возможно необоснованное занижение оценки качества вод [30]. Статистика превышений предельно допустимых концентраций меди и цинка в водных объектах рыбохозяйственного назначения может быть завышена в 1,7 и 2,4 раза соответственно. Повышенные концентрации данных элементов в поверхностных водах связаны с геохимическими особенностями региона исследования.

Показатель ИЗВ в большей степени характеризует неблагоприятную био-геохимическую ситуацию в регионе [16]. Анализ ИЗВ показал, что исследованные воды региона низкого качества. Уровень техногенного загрязнения отражает показатель концентрации бенз(а)пирена. Количественные оценки качества вод требуют разработки новых методов, объективно и с учетом региональной специфики отражающих существующее качество вод [31, 32].

### ВЫВОДЫ

На формирование химического состава поверхностных вод оказывает влияние множество факторов, к которым относятся рельеф, климат, особенности гидрографической сети и гидрологического режима, почв и ландшафтов. Кроме того, природными факторами влияния являются литолого-минералогический состав пород, кислотно-щелочные и окислительно-восстановительные условия, растворимость солей, деятельность живых организмов. В настоящее время значительное по интенсивности воздействие на гидрохимические показатели оказывают антропогенные и техногенные факторы.

В ходе проведенного исследования выявлены региональные гидрохимические особенности природных вод на «фоновых» научных полигонах Пуровский, Тазовский, Шурышкарский и Полярно-Уральский. Исследованные природные воды характеризуются низкой минерализацией, являющейся следствием преобладания атмосферного питания и высокой заболоченности водосборных бассейнов. Установлены отклонения гидрохимических показателей природных вод от экологических нормативов по таким характеристикам, как содержание алюминия, марганца, меди и цинка, БПК<sub>5</sub>.

Выявлены участки с наиболее неблагоприятной экологической ситуацией. Из техногенных источников в обследованные водные объекты Полярного Урала поступает бенз(а)пирен. Концентрации нефтяных углеводородов установлены на уровне «фоновых» значений. Поверхностные воды изученных водных объектов относятся к водам низкого качества.

Исследования проведены в рамках темы НИР «Комплексный экологический мониторинг территории исконного проживания коренного малочисленного населения Ямало-Ненецкого автономного округа». Создана обширная наблюдательная сеть научного комплексного экологического мониторинга. Изучено современное экологическое состояние экосистем и установлено кумулятивное влияние крупных промышленных объектов, расположенных в регионе, на стабильность природных комплексов и компонентов окружающей среды, в т. ч. поверхностных вод. Сформирована актуализированная база данных на основе результатов исследований для разработки региональных нормативов качества окружающей среды Ямало-Ненецкого автономного округа. Исследования направлены на реализацию Постановления Правительства РФ №149 от 13 февраля 2019 г. «О разработке, установлении и

пересмотре нормативов качества окружающей среды, а также об утверждении нормативных документов в области охраны окружающей среды, устанавливающих технологические показатели наилучших доступных технологий».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Опекунов А.Ю., Опекунова М.Г., Кукушкин С.Ю., Ганул А.Г.* Оценка экологического состояния природной среды районов добычи нефти и газа в ЯНАО // Вестник СПбГУ. 2012. № 7. С. 87–101.
2. *Сорокина Н.В.* Антропогенные изменения северо-таежных экосистем Западной Сибири (на примере Надымского района): автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Тюмень, 2003.
3. *Моисеенко Т.И., Калабин Г.В., Хорошавин В.Ю.* Закисление водосборов арктических регионов // Известия Российской академии наук. Сер. географ. 2012. № 2. С. 49–58.
4. *Гашкина Н.А.* Пространственно-временная изменчивость химического состава вод малых озер в современных условиях изменения окружающей среды; автореф. дисс. ... д-ра геогр. наук. Москва, 2014.
5. *Кремлева Т.А., Южанина А.А.* Влияние генезиса малых озер Надымского района на химический состав вод и экологическое состояние. Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах / мат-лы III Междунар. школы-семинара молодых исследователей. ТюмГУ, 2018. С. 206–212.
6. Доклад об экологической ситуации в ЯНАО, 2017.
7. *Моисеенко Т.И.* Закисление вод: факторы, механизмы и экологические последствия. М.: Наука: 2003. 278 с.
8. *Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А., Дину М.И., Хорошавин В.Ю., Кремлева Т.А.* Влияние природных и антропогенных факторов на процессы закисления вод в гумидных регионах // Геохимия. 2017. № 1. С.41–56.
9. *Хорошавин В.Ю.* Оценка потерь водного стока при обустройстве месторождений нефти и газа в криолитозоне /сб. мат-лов Всеросс. науч.-практ. конф., 2016. С. 18–25.
10. Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод; утв. Госкомгидрометом СССР 22 сентября 1986 г. М., 1986. 5 с.
11. *Гусева Т.В.* Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справ. Е.М.М.: «Эколайн»: 2000. 148 с.
12. *Лозовик П.А., Морозов А.К., Зобков М.Б., Духовичева Т.А., Осипова Л.А.* Аллохтонное и автохтонное органическое вещество в поверхностных водах Карелии // Водные ресурсы. 2007. № 26. С. 225–237.
13. *Бульон В.В.* Первичная продукция планктона внутренних водоемов. Л., 1983. 150 с.
14. *Темеров С.В.* Анализ воды и водных экосистем: лабораторный практикум для студ. хим. фак-та. Барнаул, 2012. 46 с.
15. Surface and Ground Water, Weathering, and Soils. Ed. J.I Drever. Vol. 5. Of Treatise on Geochemistry. Ed.: N.D. Holland, K.K. Turekyan. Amsterdam. Elsevier. 2005. 625 p.
16. *Бабушкин А.Г.* Гидрохимический мониторинг поверхностных вод Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Новосибирск: Наука, 2007. 152 с.
17. *Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И.* Питьевая вода и здоровье человека: проблемы, направления и методы исследования // Мелиорация и водное хозяйство. 1998. № 3. С. 58–60.

18. Горбачев А.А. Элементный статус населения в связи с химическим составом питьевой воды // Микроэлементы в медицине. 2006. Т. 4. № 2. С. 11–24.
19. Кочергина И.И. Эндемический зоб и другие йододефицитные заболевания // Медицинский совет. 2008. № 3–4. С. 13–18.
20. Самыкина Л.Н., Самыкина Е.В., Дудина Д.А., Ярушина Т.Е. Состояние питьевой воды города Самара как фактор риска развития заболеваний ротовой полости // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. № 1(7). С. 1778–1780.
21. Кузьмина Э.М., Кузьмина И.Н., Лапатина А.В., Смирнова Т.А. Роль фтора в профилактике кариеса зубов: механизм действия, эффективность и безопасность (обзор лит-ры) // Dentalforum. 2013. № 5. С. 65–76.
22. Пименова Е.В. Химические методы анализа в мониторинге водных объектов. Пермь: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2011. 138 с.
23. Овчинникова С.И., Широкая Т.А., Пашкина О.И. Основные тенденции изменения гидрохимических показателей водной экосистемы Кольского залива (2000–2011 годы) // Вестник МГТУ. 2012. № 3. С. 544–550.
24. Ражинашвили А.А. Показатели содержания органических веществ и компонентов карбонатной системы в природных водах в условиях интенсивного антропогенного воздействия // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2008. Сер. 4. Вып. 4. С. 90–101.
25. Кулиш Т.П. Гидрохимические исследования системы органического углерода озерной воды. Ладожское озеро: прошлое, настоящее и будущее / под ред. В.А. Румянцева, В.Г. Драбковой. СПб., 2002. С. 107–111.
26. Сеитов М.С., Гречкина В.В. Состояние почвы и воды по содержанию бензапирена на территории Илекского района Оренбургской области. Евразийский союз ученых. 2014. С. 145–146.
27. Митрофанова Е.С. Геоэкологическая оценка загрязнения рек и каналов Санкт-Петербурга полициклическими ароматическими углеводородами: автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. СПб., 2017. 24 с.
28. Шугалей И.В., Гарабаджиу А.В., Ильюшин М.А., Сударииков А.М. Некоторые аспекты влияния алюминия и его соединений на живые организмы // Экологическая химия. 2012. № 21 (3). С. 172–186.
29. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимия марганца в процессах гипергенезиса: обзор // Биосфера. 2013. № 1. С. 21–36.
30. Скороходова А.А., Савичев О.Г. Содержание и формы миграции меди и цинка в природных водах Васюганского болота // Вестник Тюменского государственного университета. 2013. № 368. С. 166–172.
31. Зубарев В.А. Гидрохимические индексы оценки качества поверхностных вод // Региональные проблемы. 2014. № 2. С. 71–77.
32. Калинин В.М. Экологическая гидрология: уч. пособие. Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2008. 144 с.

*Для цитирования:* Азбалаян Е.В., Колесников Р.А., Красненко А.С., Моргун Е.Н., Шинкарук Е.В., Печкин А.С., Локтев Р.И., Ильясов Р.М., Кобелев В.О., Оценка качества природных вод на научных полигонах Ямало-Ненецкого автономного округа (Пуровский, Тазовский, Шурышкарский, Полярно-Уральский) // Водное хозяйство России. 2019. № 6. С. 6–23.

**Сведения об авторах:**

**Агбальян Елена Васильевна**, д-р биол. наук, заведующая сектором эколого-биологических исследований, ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», Россия, 629008, г. Салехард, ул. Республики, д. 20; e-mail: agbelena@yandex.ru

**Колесников Роман Александрович**, канд. геогр. наук, заведующий сектором геолого-географических исследований, ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», Россия, 629008, г. Салехард, ул. Республики, д. 20; e-mail: roman387@mail.ru

**Красненко Александр Сергеевич**, канд. биол. наук, старший научный сотрудник, сектор эколого-биологических исследований, ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», Россия, 629008, г. Салехард, ул. Республики, д. 20; e-mail:aleks-krasnenko@yandex.ru

**Моргун Евгения Николаевна**, канд. биол. наук, научный сотрудник, сектор геолого-географических исследований, ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», Россия, 629008, г. Салехард, ул. Республики, д. 20; e-mail: morgun148@gmail.com

**Шинкарук Елена Владимировна**, научный сотрудник, сектор эколого-биологических исследований, ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», Россия, 629008, г. Салехард, ул. Республики, д. 20; e-mail: elena1608197@yandex.ru

**Печкин Александр Сергеевич**, младший научный сотрудник, сектор эколого-биологических исследований ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», Россия, 629008, г. Салехард, ул. Республики, д. 20; e-mail: a.pechkin.ncia@gmail.com

**Локтев Ростислав Игоревич**, младший научный сотрудник, сектор геолого-географических исследований, ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», Россия, 629008, г. Салехард, ул. Республики, д. 20; e-mail: rost.lok@mail.ru

**Ильясов Руслан Михайлович**, младший научный сотрудник, сектор геолого-географических исследований, ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», Россия, 629008, г. Салехард, ул. Республики, д. 20; e-mail: frandly@mail.ru

**Кобелев Василий Олегович**, научный сотрудник, сектор эколого-биологических исследований, ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», Россия, 629008, г. Салехард, ул. Республики, д. 20; e-mail: dfcz2007@mail.ru

---

THE NATURAL WATERS' QUALITY ASSESSMENT AT THE YAMALO-NENETSK  
AUTONOMOUS DISTRICT SCIENTIFIC GROUNDS (PUROVSKIY, TAZOVSKIY,  
SHURYSHKARSKIY, POLYARNO-URALSKIY)

**Yelena V. Agbalyan, Roman A. Kolesnikov, Aleksandr S. Krasnenko,  
Yevgenia N. Morgun, Yelena V. Shinkaruk, Aleksandr S. Pechkin,  
Rostislav I. Loktev, Ruslan M. Ilyasov, Vasilii O. Kobelev**

E-mail: agbelena@yandex.ru

*State Public Institution of Yamalo-Nenetsk Autonomous District «Scientific Research Centre of the Arctic», Salekhard, Russia*

**Abstract:** Surface water bodies are most vulnerable to chemical pollution. Objective: to study the hydro/chemical indicators of the state of surface waters of the Yamalo-Nenetsk

Autonomous District and to assess their quality. In 2018, original studies of water bodies located in scientific testing grounds of the Yamalo-Nenetsk Autonomous District were conducted. The reservoirs are located in the zone of the northern and middle taiga, southern tundra and forest-tundra, on the eastern slope of the Polar Urals. Sampling was carried out according to generally accepted methods. In the surface water samples, the main hydro/chemical parameters were determined. For an integrated assessment of water quality, the water pollution index (WPI) was used.

The surface waters of the examined water bodies belong to low mineralized waters with low concentrations of basic anions and cations. All studied waters in terms of BOD<sub>5</sub> are classified as dirty and very dirty waters. In the surface water samples of the Polar Urals, high concentrations of benz [a] pyrene were detected. The waters of the Tazovsky landfill belong to moderately polluted waters, the waters of the Purriver are polluted, the waters of the Syny river are dirty. The water bodies of the Polar Urals are very dirty. High values of IZV are associated with elevated concentrations of benz(a)pyrene, BOD<sub>5</sub>, manganese, copper, zinc, and aluminum.

The water pollution index more characterizes the unfavorable biogeochemical situation in the region. An elevated level of technogenic pollution due to benzo(a)pyrene, the source of which is the combustion of fossil fuels (pyrogenic), is established in the water bodies of the Polar Urals. The surface waters of the surveyed water bodies are low-quality waters.

**Key words:** water bodies, natural water, pollutants, anions, cations, water quality, Purovsky polygon, Tazovsky polygon, Shuryshkarsky polygon, Polyarno-Uralsky polygon, YNAO.

#### **About the authors:**

**Yelena V. Agbalyan**, Doctor of Biology, Head of Environmental Studies Sector, Scientific Center of Arctic Research, ul. Respubliki, 20, Salekhard, 629008, Russia, e-mail: agbelena@yandex.ru

**Roman A. Kolesnikov**, Candidate of Geographical Sciences, Head of Sector for Geological and Geographical Studies, Scientific Center of Arctic Research, ul. Respubliki, 20, Salekhard, 629008, Russia, e-mail: roman387@mail.ru

**Aleksandr S. Krasnenko**, Candidate of Biology Sciences, Researcher, Environmental Studies Sector, Scientific Center of Arctic Research, ul. Respubliki, 20, Salekhard, 629008, Russia, e-mail: Aleks-krasnenko@yandex.ru

**Yevgenia N. Morgun**, Candidate of Biological Sciences, Researcher, Sector of Geological and Geographical Research, Center of Arctic Research, ul. Respubliki, 20, Salekhard, 629008, Russia, e-mail: morgun148@gmail.com

**Yelena V. Shinkaruk**, Researcher, Environmental Studies Sector, Scientific Center of Arctic, ul. Respubliki, 20, Salekhard, 629008, Russia, e-mail: elena1608197@yandex.ru

**Aleksandr S. Pechkin**, Researcher, Environmental Studies Sector, Scientific Center of Arctic Research, ul. Respubliki, 20, Salekhard, 629008, Russia, e-mail: a.pechkin.ncia@gmail.com

**Rostislav I. Loktev**, Researcher of Sector for Geological and Geographical Studies, Scientific Center of Arctic Research, ul. Respubliki, 20, Salekhard, 629008, Russia, e-mail: rost.lok@mail.ru

**Ruslan M. Ilyasov**, Researcher, Sector for Geological and Geographical Studies, Scientific Center of Arctic Research, ul. Respubliki, 20, Salekhard, 629008, Russia, e-mail: frandly@mail.ru

**Vasily O. Kobelev**, Researcher, Environmental Studies Sector, Scientific Center of Arctic Research, ul. Respubliki, 20, Salekhard, 629008, Russia, e-mail: dfcz2007@mail.ru

**For citation:** Agbalyan Y.V., Kolesnikov R.A., Krasnenko A.S., Morgun Y.N., Shinkaruk Y.V., Pechkin A.S., Loktev R.I., Ilyasov R.M., Kobelev V.O. *The Natural Waters' Quality Assessment at the Yamalo-Nenetsk Autonomous District Scientific Grounds (Pyrovskiy, Tazovskiy, Shuryshkarskiy, Polyarno-Uralskiy) // Water Sector of Russia. 2019. No. 6. P. 6–23.*

#### REFERENCES

1. Opekunov A.YU., Opekunova M.G., Kukushkin S.YU., Ganul A.G. Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya prirodnoy sredy rayonov dobychi nefi i gaza v YANAO. [Assessment of the ecological state of environment in the oil and gas production areas of YANAO] Vestnik SPbGU. 2012; No. 7: Pp. 87–101.
2. Sorokina N.V. Antropogenniye izmeneniya severo-tayozhnykh hekosistem Zapadnoy Sibiri (na primere Nadym'skogo rayona) [Anthropogenic alterations of the northern-taiga ecosystems of the Western Siberia (the Nadym region as a study case)]. Avtoreferat diss. ... kand. biol. nauk. Tyumen', 2003.
3. Moiseyenko T.I., Kalabin G.V., Khoroshavin V.YU. Zakisleniyevodosborovarticheskikh regionov [Acidulation of the arctic regions catchments]. Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya. 2012. Pp. 49-58.
4. Gashkina N.A. Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost' khimicheskogo sostava vod malykh ozer v sovremennykh usloviyakh izmeneniya okruzhayushchey sredy [Spatial-temporal variability of the small lakes water composition in contemporary conditions of the environment changing] .Diss... dokt.geogr. nauk. Moskva, 2014.
5. Kremlova T.A., Yuzhanina A.A. Vliyaniye e genezisa malykh ozer Nadym'skogo rayona na khimicheskiy sostav vod i ekologicheskoye sostoyaniye. Biogeokhimiya khimicheskikh elementov is oyedineniy v prirodnykh sredakh [The Nadym region small lakes genesis impact on the waters' chemical composition and status. Bio/geo/chemistry of chemical elements and compounds in natural environments]. Materialy III Mezhdunarodnoy shkoly-seminara molodykh issledovateley. Pod red. Boyeva V.A., Syso A.I., Khoroshavina V.YU. Izd.:Tyum GU: 2018. Pp. 206–212.
6. Doklad ob ekologicheskoy situatsii v YANAO [Report on the ecological situation in YANAO], 2017.
7. Moiseyenko T.I. Zakisleniye vod: faktory, mekhanizmy i ekologicheskkiye posledstviya [Waters' acidulation: factors, mechanisms and ecological consequences]. M.: Nauka: 2003. 278 p.
8. Moiseyenko T.I., Gashkina N.A., Dinu M.I., Khoroshavin V.YU., Kremlova T.A. Vliyaniye prirodnykh i antropogennykh faktorov na protsessy zakisleniya vod v gumidnykh regionakh [The natural and anthropogenic factors' impact on the waters' acidulation processes in humid regions]. Geokhimiya. 2017. Pp. 41–56.
9. Khoroshavin V.YU. Otsenka poter' vodnogo stoka pri obustroytve mestorozhdeniy nefi i gaza v kriolitozone [Assessment of the losses of water flow in development of petroleum/gas deposits in cryolite zone]. V sbornike: Nauchnaya i proizvodstvennaya deyatel'nost' – sredstvo formirovaniya sredy obitaniya: materialy Vserossiyskoy molodozhnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiyem). Otv. Redaktory Drozdov D.S., Sadurtdinov M.R. 2016. Pp. 18–25.
10. Vremenniye metodicheskiye ukazaniya po kompleksnoy otsenke kachestva poverkhnostnykh i morskikh vod [Provisional methodical instructions on integrated assessment of the surface and sea waters quality]: utv. Goskomgidrometom SSSR 22 sentyabrya 1986 g. M., 1986. 5 p.



11. *Guseva T.V.* Hidrokhimicheskiye pokazateli sostoyaniya okruzhayushchey sredy: spravochnyy ematerialy [Hydro/chemical indicators of the environment status: reference materials]. Guseva T.V., Molchanova YA.P., ZaikaYe.A., Vinichenko V.N., AverochkinYe.M.M.: «Ekolayn», 2000. 148 p.
12. *Lozovik P.A., Morozov A.K., Zobkov M.B., Dukhovicheva T.A., Osipova L.A.* Allokhthonnoye i avtokhthonnoye organicheskoye veshchestvo v poverkhnostnykh sodakh Karelii [Allochthonic and autochthonic organic substances in surface sodas of Karelia]. Vodnyy-eresursy. 2007. Pp. 225–237.
13. *Bul'on V.V.* Pervichnaya produktsiya planktona vnutrennikh vodoyomov [The inland water bodies' initial plankton production]. L., 1983. 150 p.
14. *Temerov S.V.* Analiz vody i vodnykh ekosistem [Analysis of water and aquatic ecosystems]. Laboratorniy praktikum dlya studentov 4-go kursa khimicheskogo fakulteta. Barnaul, 2012. 46 p.
15. *Sulfate and Ground Water, Weathering, and Soils.* Ed. J.I Drever. Vol. 5. Of Treatise on Geochemistry. Ed.: H.D. Holland, K.K. Turekyan. Amsterdam. Elsevier, 2005. 625 p.
16. *Babushkin A.G.* Hidrokhimicheskiy monitoring poverkhnostnykh vod Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga – Yugry [Hydro/chemical monitoring of the Khanty-Mansi Autonomous District –Yurga surface waters]. Babushkin A.G., Moskovchenko D.V. Novosibirsk: «Nauka». 2007. 152 p.
17. *Rakhmanin Y.A., Mikhaylova R.I.* Pit'yevaya voda i zdorov'ye cheloveka: problemy, napravleniya i metody issledovaniya [Drinking water and human health: problems, directions and research methods]. Melioratsiya i vodnoye khozaystvo. 1998. 3. Pp. 58–60.
18. *Gorbachev A.L.* Elementniy status naseleniya v svyazi s khimicheskim sostavom pit'yevoy vody [The population elementary status in connection with the drinking water chemical composition]. Mikroelementy v meditsine. 2006. V. 4. Pp. 11–24.
19. *Kochergina I.I.* Endemicheskiy zob i drugiyе yododefitsitniye zabolovaniya [Endemic goiter and other iodine-deficit diseases]. Meditsinskiysovet. 2008. Pp. 13–18.
20. *Samykina L.N., Samykina Y.V., Dudina D.A., Yarushina T.Y.* Sostoyaniye pit'yevoy vody goroda Samara kak faktor riska razvitiya zabolovaniy rotovoy polosti [The drinking water quality in the city of Samara as a risk factor of the mouth cavity diseases]. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademiy nauk. 2010. Pp. 1778–1780.
21. *Kuzmina E.M., Kuzmina I.N., Lapatina A.V., Smironova T.A.* Rol' ftora v profilaktike kariyesa zubov: mekhanizm deystviya, effektivnost' i bezopasnost' (obzor literatury) [The fluorine role in preventing of teeth caries: mechanism of effect, effectiveness and safety (literature review)]. Dentalforum. 2013. Pp. 65–76.
22. *Pimenova Y.V.* Khimicheskiye metod yanaliza v monitoring vodnykh obyektov [Chemical analysis methods in water bodies' monitoring]. Perm': Izd-vo FGBOU VPO Permskaya GSKHA, 2011. 138 p.
23. *Ovchinnikova S.I., Shirokaya T.A., Pashkina O.I.* Osnovniy tendentsi i izmeneniya gidrokhimicheskikh pokazateley vodnoy ekosistemy Kol'skogo zaliva (2000–2011 gody) [The main trends in the Kola Bay aquatic ecosystems' hydro/chemical; indicators changes (2000-2011)]. Vestnik MGTU, 2012. Pp. 544–550.
24. *Razhinashvili A.L.* Pokazateli soderzhaniya organicheskikh veshchestv i komponentov karbonatnoy sistemy v prirodnykh vodakh v usloviyakh intensivnogo antropogennogo vozdeystviya [Organic matter and carbon system components content indicators in natural waters in the conditions of the intensive anthropogenic impact]. Vestnik Sankt – Peterburgskogo universiteta, 2008. Ser. 4. V. 4. Pp. 90–101.

25. *Kulish T.P.* Gidrokhimicheskiye issledovaniya sistemy organicheskogo ugleroda ozernoy vody [Hydro/chemical researches of the lacustrine water organic carbon system]. Ladozhskoye ozero: proshloye, nastoyashcheye i budushcheye. Pod red. V.A. Rumyantseva, V.G. Drabkovoy. SPb., 2002. Pp. 107–111.
26. *Seitov M.S., Grechkina V.V.* Sostoyaniye pochvy i vody po sodержaniyu benzapirena na territoriyi Ilekskogo rayona Orenburgskoy oblasti [Soils and waters' status in respect of benzopyren content on the territory of Orenburg Oblast] *Yevraziyskiy soyuz uchenykh.* 2014. Pp. 145–146.
27. *Mitrofanova Y.S.* Geoekologicheskaya otsenka zagryazneniya rek i kanalov Sankt-Peterburga politsiklicheskimiaromaticeskimi uglevodorodami [Geo/ecological assessment of the St. Petersburg rivers and canals pollution with polycyclic aromatic hydrocarbons]. Avtoref. diss. ... kand. geogr. nauk. Sankt-Petereburg, 2017. 24 p.
28. *Shugaley I.V., Garabadzhiu A.V., Il'yushin M.A., Sudarikov A.M.* Nekotoriye aspekty vliyaniya alyuminiya i yego soyedineniy na zhiviye organizmy [Some aspects of the aluminum/its compounds' impact upon living organisms]. *Ekologicheskay akhimiya.* 2012. 21 (3). Pp. 172–186.
29. *Yudovich Y.E., Ketris M.P.* Geokhimiya margantsa v protsessakh gipergenezisa: obzor [The manganese geo/chemistry in the hyper/genesis processes: a review]. *Mezhdistsiplinarniy nauchniy i prikladnoy zhurnal «Biosfera»*, 2013. Pp. 21–36.
30. *Skorokhodova A.A., Savichev O.G.* Soderzhaniye i formy migratsyi medi i tsinka v prirodnykh vodakh Vasyuganskogo bolota [Copper and zinc migration content and forms in natural waters of the Vasyugan bog]. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2013. Pp. 166–172.
31. *Zubarev V.A.* Gidrokhimicheskiye indeksy otsenki kachestva poverkhnostnykh vod. Regional'nyye problemy [Hydro/chemical indices of the surface waters' quality assessment]. 2014. Pp. 71–77.
32. *Kalinin V.M.* Ekologicheskaya gidrologiya: Uchebnoye posobiye [Ecological hydrology: school-book]. Tyumen': Izdatel'stvo Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta, 2008. 144 p.