

УДК 504.4.062.2

КАЧЕСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ПУРОВСКОГО РАЙОНА ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА WATER RESOURCES QUALITY IN THE PUROVSK DISTRICT OF YAMALO-NENETS AUTONOMOUS OKRUG

Н. Л. Мамаева, С. А. Петров

N. L. Mamaeva, S. A. Petrov

Тюменский научный центр СО РАН, г. Тюмень
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Ключевые слова: сточные воды; антропогенно-экологические факторы; предельно допустимая концентрация; корреляционный анализ

Key words: waste water; anthropogenic environmental factors; maximum permissible concentration; correlation analysis

*«...Состояние водных ресурсов во многом определяет
качество жизни людей, напрямую влияет и
на экономику страны, и на уровень ее безопасности».*

В. В. Путин

В суровых климатических условиях водные ресурсы Ямало-Ненецкого автономного округа обладают значительно меньшей способностью к самоочищению. На химический состав рек существенное влияние оказывает антропогенный фактор, связанный с промышленным освоением округа и в первую очередь с эксплуатацией месторождений углеводородов [1, 2]. В связи с этим, по данным департамента природно-ресурсного регулирования, лесных отношений и развития нефтегазового комплекса Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО), в водах рек Ямала растет содержание нефтепродуктов, металлов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), по сравнению с реками Европейской части России.

При довольно больших эксплуатационных запасах пресной воды и осуществляемом водопотреблении в округе вопрос питьевого водоснабжения остается довольно острым, что связано, прежде всего, с качеством воды. Кроме того, речные воды часто загрязнены производственными и бытовыми стоками. Вода равнинных рек ЯНАО насыщена органикой и железом ввиду сильной заболоченности водосборных бассейнов [3].

Химический состав и минерализация озерных вод определяется солевым балансом водоемов. Соли в озера поступают с поверхностными и подземными водами и с атмосферными осадками. Низкая минерализация (до 100 мг/дм^3) и содержание кальция ($3\text{--}50 \text{ мг/дм}^3$), магния ($2\text{--}40 \text{ мг/дм}^3$), фтора, брома и йода, а так же повышенные концентрации железа ($1,4\text{--}6,5 \text{ мг/дм}^3$), марганца ($0,01\text{--}2,2 \text{ мг/дм}^3$) и кремнекислоты

(2,4–35 мг/дм³) создают определенную степень риска для населения и требуют перед подачей воды проведения специальных мероприятий по водоподготовке [3]. Следовательно, по минералогическому составу вода очень мягкая, преимущественно гидрокарбонатная, кальциевая по концентрации водных ионов — от щелочной до кислой. Содержание биогенных веществ (соединений азота, фосфора, кремния), железа, растворенных газов, органических и загрязняющих веществ сильно колеблется по территории ЯНАО и во времени. Недостаток солевой нагрузки и концентраций биологически необходимых компонентов может быть компенсирован внесением в рацион питания населения сбалансированных минеральных вод [4].

В связи этим нами изучено качество водных ресурсов в Пуровском районе ЯНАО, так как из 175 газовых, газоконденсатных и нефтяных месторождений, разведанных в округе, 120 расположено на территории Пуровского района, где добывается 80 % нефти, газоконденсата и 45 % газа [5, 6, 7].

В Пуровском районе расположено около 85 тыс. озер. Озер площадью от 1,0 до 5,0 км² насчитывается 1400, от 5,0 до 10 км² – 71, свыше 10 км² – 20. Больших озер (более 100 км²) в районе нет. Самые крупные озера района – Сенмута, Часельское (их площадь свыше 50 км²), Пякуто, Тетумаментотай, Хынуто, Юрто (Юрольхто), Вытитотиань, Порнэяганто, Мал. Хынуто, Чончаррагато, Ньюто, Косомыто. Подавляющее большинство озер (86 %) находится на болотах и заболоченных землях, 2900 водоемов являются пойменными [3].

Для изучения антропогенных факторов, влияющих на качество водных объектов в Пуровском районе ЯНАО, проанализировано качество поверхностных водных объектов: суммарный объем сточных вод, сброшенных в поверхностные водные объекты, в том числе загрязненной воды, нормативно чистой и нормативно очищенной. Также рассмотрена химическая характеристика сточных вод, сброшенных в поверхностные водные объекты по синтетическим поверхностно-активным веществам (СПАВ), фосфору, железу, сульфатам, хлоридам, азоту аммонийному, нитратам, нитритам.

Согласно методике расчета предельно допустимых сбросов веществ в водные объекты со сточными водами [8] была рассчитана концентрация каждого загрязняющего вещества в контрольном створе ($C_{к. ст.}$, мг/л) с целью дальнейшего сравнения с предельно допустимой концентрацией (ПДК).

Пуровский район ЯНАО характеризуется наличием многолетних мерзлых пород (ММП), которые формируются под действием геологических, климатических, антропогенно-экологических, географических и теплофизических природных зависимостей. Поэтому при создании геокриологического районирования Пуровского района ЯНАО необходимо учитывать параметры, характеризующие закономерности площадного распространения ММП и талых пород, их среднегодовые температуры и криолитологические особенности ММП, их мощного разреза.

Согласно геокриологическому районированию Пуровский район ЯНАО относится к Северной зоне Харасавей-Новоуренгойской подзоны Устьпуровско-Тазовской области и Центральной зоне Игарко-Нумтинской подзоны Пуровской области [9]. Опорными точками изучения данных областей выбраны п. Самбург и г. Тарко-Сале. Также рассмотрены природно-климатические особенности Северной зоны Харасавей-Новоуренгойской подзоны Устьпуровско-Тазовской области и Центральной зоны Игарко-Нумтинской подзоны Пуровской области, и выявлены тесные корреляционные взаимосвязи между ними и антропогенными загрязнениями окружающей среды.

Химическая характеристика сточных вод, сброшенных в поверхностные водные объекты (как в реку, так и в озера) в Устьпуровско-Тазовской и Пуровской геокриологических областях представлена в таблице 1.

Обнаружено, что в организованном сбросе промышленных сточных вод в поверхностные водные объекты в Пуровской геокриологической области по сравнению с Устьпуровско-Тазовской геокриологической областью больше содержание следующих загрязняющих веществ: железа ($1,57 \pm 0,17$ и $0,37 \pm 0,11$ т соответственно при $p < 0,001$), хлоридов ($0,02 \pm 0,004$ и $0,01 \pm 0,002$ тыс. т соответственно при $p < 0,05$), азота аммонийного ($10,89 \pm 1,66$ и $1,01 \pm 0,17$ т соответственно при $p < 0,001$). Досто-

верности различий по другим загрязняющим веществам, сброшенным в поверхностные водные объекты, обнаружено не было.

Таблица 1

Химическая характеристика организованного сброса промышленных сточных вод в поверхностные водные объекты в Устьпуровско-Тазовской и Пуровской геокриологических областях

Наименование вещества	Геокриологическая область	
	Устьпуровско-Тазовская	Пуровская
СПАВ, т	0,04 ± 0,01	0,07 ± 0,02
Фосфор общий, т	0,25 ± 0,05	0,37 ± 0,09
Железо, т	0,37 ± 0,11	1,57 ± 0,17**
Сульфаты, тыс. т	0,01 ± 0,001	0,02 ± 0,01
Хлориды, тыс. т	0,01 ± 0,002	0,02 ± 0,004*
Азот аммонийный, т	1,01 ± 0,17	10,89 ± 1,66**
Нитраты, т	7,55 ± 2,13	5,22 ± 2,55
Нитриты, т	0,11 ± 0,02	0,77 ± 0,45

* достоверность различий (* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$)

В настоящее время в ЯНАО актуальной остается проблема неэффективной работы канализационных очистных сооружений (КОС) и низкого процента извлечения загрязняющих веществ из сточных вод. Причина этого, прежде всего, в устаревших схемах очистки и самого технологического оборудования, несоответствии типа очистки категории сбрасываемых вод, перегрузке отдельных мощностей. Многие КОС не способны обеспечить нормативную очистку сточных вод из-за повышенной гидравлической нагрузки, отсутствия узлов доочистки.

В связи с вышеизложенным нами рассчитана концентрация загрязняющих веществ в воде контрольного створа (Ск.ст.) в Устьпуровско-Тазовской и Пуровской геокриологических областях с целью дальнейшего сравнения с ПДК для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (табл. 2).

Таблица 2

Концентрация загрязняющих веществ в воде контрольного створа (С к. ст.) в Устьпуровско-Тазовской и Пуровской геокриологических областях и ПДК

Наименование вещества	Концентрация загрязняющих веществ в воде контрольного створа (С к. ст.), мг/л		Нормативы качества воды [10]		
	Устьпуровско-Тазовская	Пуровская	ЛПВ	ПДК, мг/л	Класс опасности
СПАВ	0,00001409 ± 0,00000035	0,00003963 ± 0,0000011*	Орган.	0,5	3
Фосфор общий	0,000008808 ± 0,0000018	0,000020951 ± 0,0000051*	Сан.-токс.	0,0001	1
Железо	0,000013036 ± 0,0000039	0,0000889 ± 0,0000096***	Орган.	0,3	3
Сульфаты	0,000352331 ± 0,000035	0,001132492 ± 0,000566	Орган.	500	4
Хлориды	0,00035 ± 0,00007	0,00113 ± 0,00023**	Орган.	350	4
Азот аммонийный	0,000035585 ± 0,000006	0,000616642 ± 0,000094***	Сан.-токс.	2,0	3
Нитраты	0,000266009 ± 0,000075	0,00029558 ± 0,000144	Сан.-токс.	45	3
Нитриты	0,000003875 ± 0,0000007	0,0000436 ± 0,0000254	Сан.-токс.	3,3	2

Примечание: лимитирующий показатель вредности (ЛПВ) вещества, устанавливаемый одновременно с ПДК, по наиболее чувствительному звену: «сан.-токс.» — санитарно-токсикологический (действие вещества на водные организмы и санитарные показатели водоема); «орган.» — органолептический (образование пленок и пены на поверхности воды, появление посторонних привкусов и запахов в воде). Класс опасности вещества выделяется в зависимости от его токсичности, материальной кумуляции и стабильности в водной среде: 1 класс — чрезвычайно опасные; 2 класс — высокоопасные; 3 класс — опасные; 4 класс — умеренно опасные.

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что концентрация загрязняющих веществ в воде контрольного створа в Пуровской геокриологической области по сравнению с Устьпуровско-Тазовской больше по следующим веществам: СПАВ ($p < 0,05$), фосфору

($p < 0,05$), железу ($p < 0,001$), хлоридам ($p < 0,01$), азоту аммонийному ($p < 0,001$). Также установлено, что концентрация загрязняющих веществ в воде контрольного створа в Устьпуровско-Тазовской и в Пуровской геокриологической области не превышает ПДК. Учитывая, что многолетнемерзлые породы могут задерживать различные загрязняющие вещества и их аккумулировать, необходимо при установлении ПДК загрязняющих веществ для северных территорий этот норматив пересмотреть в сторону снижения.

Что касается природно-климатических условий окружающей среды, таких как максимум температуры воздуха по наблюдениям в 1, 7, 13 и 19 часов, то он выше в Пуровской по сравнению с Устьпуровско-Тазовской геокриологической областью ($29,09 \pm 0,49$ по сравнению с $26,57 \pm 0,30$ при $p < 0,001$). В результате проведенного корреляционного анализа между химической характеристикой организованного сброса промышленных сточных вод в поверхностные водные объекты (содержанием железа, хлоридов, нитратов, нитритов в сточных водах) и природно-климатическими условиями (максимумом температуры воздуха) Устьпуровско-Тазовской и Пуровской геокриологических областей обнаружены прямопропорциональные взаимосвязи с высоким коэффициентом корреляции ($r = 0,800$ при $p < 0,01$; $r = 0,780$ при $p < 0,01$; $r = 0,660$ при $p < 0,05$; $r = 0,730$ при $p < 0,05$ соответственно). В свою очередь накопление железа, хлоридов, нитратов, нитритов в сточных водах способствует заболачиванию и эвтрофикации водоемов, следовательно, может сопровождаться нарушением баланса энергетических потоков в экологической системе локального уровня, в частности повышением температуры окружающей среды.

Таким образом, экологическое состояние водных ресурсов Северной зоны Харасавей-Новоуренгойской подзоны Устьпуровско-Тазовской области и Центральной зоны Игарко-Нумтинской подзоны Пуровской области в настоящее время оценивается как удовлетворительное. При этом необходимо отметить, что в последние годы способность водоемов к самоочищению находится на пределе. В связи с вышеизложенным принята окружная долгосрочная целевая программа «Использование и охрана водных объектов в Ямало-Ненецком автономном округе на 2012–2016 годы» (утверждена постановлением Правительства Ямало-Ненецкого автономного округа от 23.12.2011 № 1015-П), согласно которой предусмотрены следующие направления [3]:

- организация и осуществление мониторинга водных объектов, в том числе: дна, берегов, состояния и режима использования водоохранных зон и изменений морфометрических особенностей водных объектов или их частей;
- выполнение работ по оздоровлению водных объектов, восстановлению естественного потока рек, защите от негативного воздействия вод и восстановлению водных подходов к населенным пунктам;
- разработка проектно-сметной документации по охране водных объектов, предупреждению негативного воздействия вод и расчистке русел рек для улучшения их экологического состояния и восстановления водных подходов к населенным пунктам.

Согласно данной Программе за 2012–2015 годы организован мониторинг водных объектов, в части исследования дна, берегов, состояния и режима использования водоохранных зон и морфометрических особенностей водных объектов на территориях Пуровского, Надымского, Ямальского, Приуральского, Шурышкарского, Тазовского и Красноселькупского районов выполнены полевые исследования на 30 участках водных объектов. Кроме того, разработаны и согласованы с Федеральным агентством водных ресурсов мероприятия в области водных отношений по ЯНАО, а именно: установление границ водоохранных зон и прибрежных защитных полос поверхностных водных объектов в границах муниципального образования г. Тарко-Сале (в границах муниципального образования г. Тарко-Сале по водным объектам установлена протяженность, которая составила 127,5 км, определены и нанесены на карты водоохранные зоны и прибрежно-защитные полосы водных объектов, а также определены места установления информационных знаков).

Список литературы

1. Антропогенные изменения экосистем Западно-Сибирской газоносной провинции / под ред. Н. Г. Москаленко. – М.: Институт криосферы Земли, 2006. – 357 с.

2. Мамаева Н. Л., Квашнина С. И. Проблемы экологии в нефтегазовой отрасли на Тюменском Севере // Известия вузов. Нефть и газ. – 2011. – № 5. – С. 123-125.
3. Об экологической ситуации в Ямало-Ненецком автономном округе в 2012 г.: доклад / Департамент природно-ресурсного регулирования, лесных отношений и развития нефтегазового комплекса Ямало-Ненецкого автономного округа. – Салехард, 2013. – 232 с.
4. Mamaeva N. L., Petrov S. A. The influence of geo-ecological characteristics on the body condition of the indigenous Yamal population // Tyumen state university herald. – 2013. – N 6. – P.122 – 127.
5. Мамаева Н. Л., Петров С. А. Экологические проблемы Арктической зоны Российской Федерации // Известия вузов. Нефть и газ. – 2015. – № 5. – С. 148-152.
6. Мамаева Н. Л., Петров С. А. Естественная и антропогенная динамика мерзлотных почв в районах нефтегазодобычи Ямало-Ненецкого автономного округа // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2015. – № 6. – С. 99-104.
7. Мамаева Н. Л., Квашнина С. И., Петров С. А. Влияние экологических и климатических факторов на криолитозону Западной Сибири // Известия вузов. Нефть и газ. – 2011. – № 4. – С. 119-122.
8. Методика расчета предельно допустимых сбросов (ПДС) веществ в водные объекты со сточными водами. – Харьков: ВНИИВО, 1990. – 63 с.
9. Геокриология СССР. Западная Сибирь / Под ред. Э. Д. Ершова. – М.: Недра, 1989. – 454 с.
10. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования / утв. главным государственным санитарным врачом РФ. – М.: Росийский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Министерства здравоохранения РФ, 2003. – 154 с.

Сведения об авторах

Мамаева Наталья Леонидовна, старший научный сотрудник отдела «Биоресурсов криосферы» Тюменского научного центра СО РАН; ассистент кафедры «Техносферная безопасность», Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, тел. 89048759309, e-mail: mamaeva.natali2011@mail.ru

Петров Сергей Анатольевич, д. м. н., профессор, руководитель отдела «Биоресурсов криосферы» Тюменского научного центра СО РАН, г. Тюмень, тел. 89058202363, e-mail: tumiki@mail.ru

Information about the authors

Mamaeva N. L., senior scientific worker of the department «Bioresources of cryosphere», Tyumen Research Center of SB RAS, assistant of the chair «Technosphere safety», Industrial University of Tyumen, phone: 89048759309, e-mail: mamaeva.natali2011@mail.ru

Petrov S. A., Doctor of Medicine, professor, professor, head of the department «Cryosphere resources», Tyumen Scientific Center of SB RAS, phone: 89058202363, e-mail: tumiki@mail.ru