

УДК 556.5

Е.С. МАТВЕЕНКО, студент гр. 21.01 – м (ТюмГУ)
П.В. КРАПОТИНА, инженер кафедры органической и экологической
Научный руководитель: Т.А. КРЕМЛЕВА, д.х.н.
г. Тюмень

**ОЦЕНКА ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И
СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ УЧАСТКА РЕКИ ОБЬ
(ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ)**

Введение

Обь представляет собой важнейшую водную артерию Сибири. Формирование ее химического состава протекает под воздействием уникальных природных условий: резко континентального климата, сезонного промерзания почвогрунтов, преобладания заболоченных территорий, а также дефицита солнечной энергии [1]. Значительный вклад в данный процесс вносит и антропогенная нагрузка. В центре производственных работ находится отрезок Оби вблизи с. Салемал, на базе которого функционирует ООО «Салемальский рыбзавод». Его основная деятельность заключается в рыболовстве, а также в воспроизводстве водных биоресурсов. При этом производство сопровождается выбросом химических реагентов и антибактериальных средств, содержащих соединения тяжелых металлов (ТМ) [2]. Еще одним источником загрязнения служат сточные воды газодизельной ТЭС [3,4].

Тяжелые металлы и металлоиды представляют особую опасность для водных объектов ЯНАО: из-за специфичности климатических условий существует проблема низкой способности рек к самоочищению и естественной регенерации. Это приводит к быстрой аккумуляции как природных, так и техногенных загрязнителей в водоисточниках [5,6].

Цель работы заключается в оценке интегральных показателей химического состава вод и анализе степени загрязнения микроэлементами участка Оби выше и ниже с. Салемал.

Экспериментальная часть

Отбор проб воды был произведен в марте 2021 г. в ходе экспедиции «Чистая Обь-2021» для реализации проекта Западно-Сибирского НОЦ «Экологическая безопасность Обь-Иртышского речного бассейна». В марте арктические реки наименее склонны к процессам самоочищения ввиду низкого содержания кислорода и наличия нерастаявшего льда. Координаты отбора проб представлены на рис. 1 (а, б). Пробы воды были отобраны непосредственно из-под льда (поверхностные воды), а также с глубины 1-1,5 м.

Интегральные показатели (водородный показатель рН, удельная электрическая проводимость УЭП, перманганатная окисляемость ПО) были определены потенциометрическим, кондуктометрическим и титриметрическим методами соответственно. Для определения ряда микроэлементов (Zn, Cd, Pb, Cu, Hg, As) использовали метод инверсионной вольтамперометрии, а для определения Fe – фотометрический метод анализа.

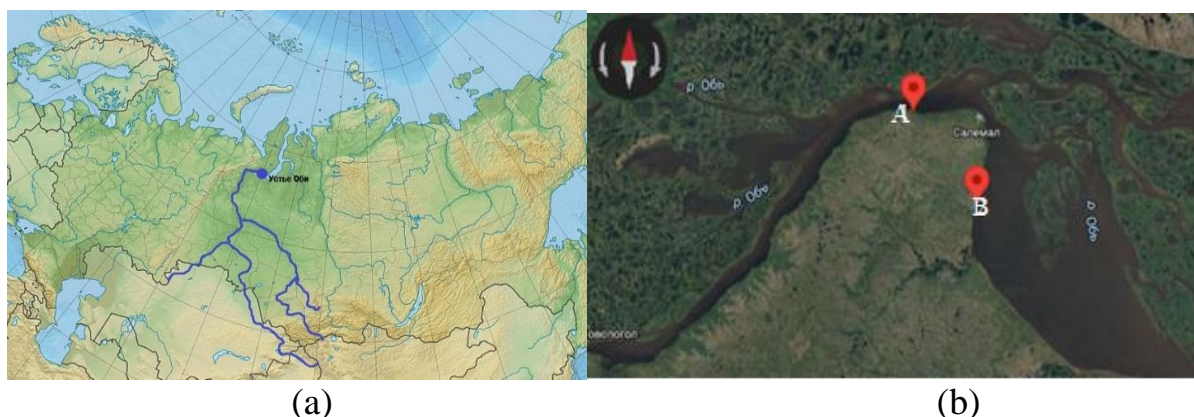


Рис. 1. Географическое расположение места отбора проб природной воды.
 а) физическая карта мира: синим цветом обозначено течение реки Обь;
 б) Google-карты: А — 66°46'10" с.ш., 68°57'49" в.д.;
 В — 66°40'24" с.ш. 69°08'45" в.д.

Результаты определения интегральных показателей и микроэлементного состава

Результаты определения интегральных показателей (рН, УЭП, ПО) всех проб приведены на рисунках 2-4. Результаты определения содержания микроэлементов в исследуемых пробах воды представлены в таблице 1.

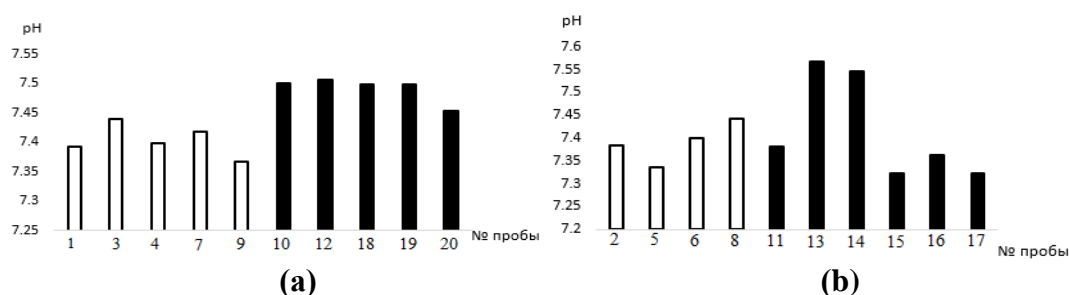


Рис. 2. Результаты определения рН исследуемых проб воды:

а — точка А, б — точка В,

□ — поверхностные воды, ■ — воды, отобранные с глубины 1-1,5 м.

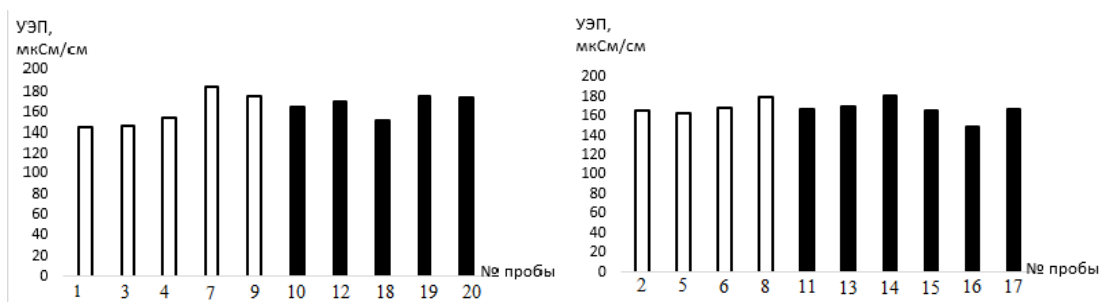


Рис. 3. Результаты определения УЭП исследуемых проб воды:

а — точка А, б — точка В,

□ — поверхностные воды, ■ — воды, отобранные с глубины 1-1,5 м.

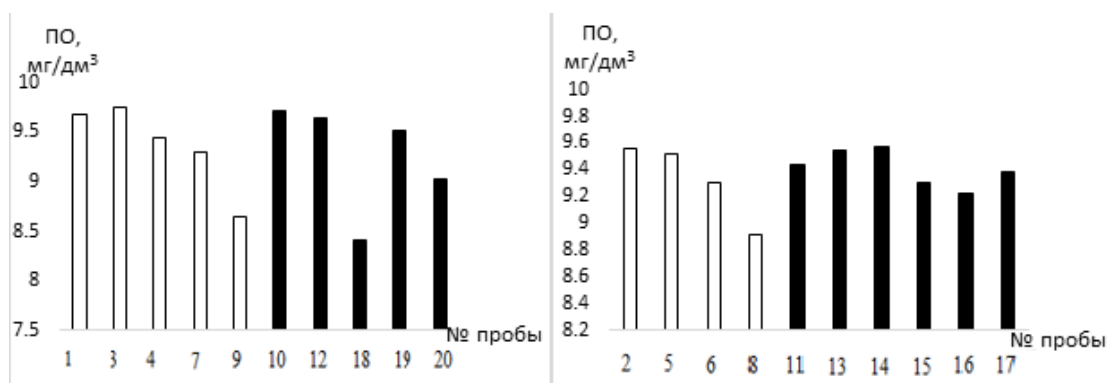


Рис. 4. Результаты определения перманганатной окисляемости исследуемых проб

воды: а — точка А, б — точка В,

□ — поверхностные воды, ■ — воды, отобранные с глубины 1-1,5 м.

Таблица 1

Средние концентрации микроэлементов в исследуемых пробах воды, мг/дм³

Место пробоотбора	C(Zn ²⁺)	C(Cd ²⁺)	C(Pb ²⁺)	C(Cu ²⁺)	C(Hg ²⁺)	C(As _{общ})	C(Fe _{общ})
Точка А (поверхность)	0.00082	0.000039	0.000059	0.00053	—	0.0011	0.2540
Точка А (глубинные воды)	0.0015	0.00030	0.00041	0.00042	9.8·10 ⁻⁶	0.0039	0.2963
Точка Б (поверхность)	0.0026	0.00046	0.00022	0.0033	—	0.0028	0.3085
Точка Б (глубинные воды)	0.0029	0.00014	0.000094	0.0023	9.5·10 ⁻⁶	0.0053	0.3169

Для выявления особенностей формирования микроэлементного состава был проведен корреляционный анализ, результаты которого представлены в таблице 2.

Таблица 2

Коэффициенты парных корреляций для всей выборки результатов

Элемент	Zn ²⁺	Cd ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	As _{общ}	Fe _{общ}	ПО
Zn ²⁺	—	0.108	-0.073	0.583*	0.239	0.115	-0.151	0.095
Cd ²⁺	0.108	—	0.409	0.338	0.146	-0.0039	0.615	0.111
Pb ²⁺	-0.073	0.409**	—	-0.117	0.308	0.269	0.151	0.235
Cu ²⁺	0.583	0.338	-0.117	—	-0.079	-0.102	0.551	0.159
Hg ²⁺	0.239	0.146	0.308	-0.079	—	0.461	0.108	0.307

As_{общ}	0.115	-0.0039	0.269	-0.102	<i>0.461</i>	—	-0.013	0.239
Fe_{общ}	-0.151	0.615	0.151	0.551	0.108	-0.013	—	0.882
ПО	0.095	0.111	0.235	0.159	0.307	0.239	0.882	—

*Жирным шрифтом выделены коэффициенты корреляции больше 0,5

**Курсивом выделены близкие к 0,5 коэффициенты корреляции

По результатам корреляционного анализа выявлены достоверные парные корреляции (больше 0,5): цинк-медь, кадмий-железо, медь-железо, железо-содержание органического вещества, которое характеризуется показателем перманганатной окисляемости. В парах наиболее токсичных элементов (ртуть-мышьяк и кадмий-свинец) коэффициент корреляции близок к 0,5 и 0,4 соответственно.

По полученным данным можно косвенно судить об источниках поступления и формах существования микроэлементов. Так, на основании высокой корреляции между содержанием железа и органического вещества, можно предполагать нахождение этого микроэлемента преимущественно в связанной форме — в виде комплексов с гумусовыми кислотами или фульвокислотами. Высокая степень корреляции между микроэлементами цинк-медь, кадмий-железо, медь-железо может указывать на их совместное поступление — однако нет возможности точно сказать, является ли это поступление природным или антропогенным. Корреляции, характерные для мышьяка и ртути, а также кадмия и свинца, указывают на преимущественно антропогенное поступление этих элементов.

Заключение

В ходе работы проведена оценка общего экологического состояния участка реки Обь вблизи с. Салемал, относящегося к бассейну Нижней Оби. Результаты определения интегральных показателей (рН, УЭП, ПО) позволяют сделать вывод о незначительном различии для проб, отобранных непосредственно из-под льда и с глубины около 1-1,5 м. Показатель перманганатной окисляемости имеет достаточно высокие значения в интервале от 8.49 до 9.75 мг/дм³; это обусловлено поступлением вод с заболоченных территорий и высоким содержанием железа. Средняя концентрация микроэлементов (Zn, Cd, Pb, As, Hg, Cu) в пробах с точки А ниже, чем в пробах, отобранных в точке В. Это подтверждает диффузный характер распространения загрязнений и объясняется накопительным эффектом, а также неравномерным перемешиванием воды. Содержание основных микроэлементов (Zn, Cd, Pb, As) на всём исследуемом участке реки Обь не превышает ПДК. При этом зафиксировано приближение к значению ПДК для Hg в пробах воды, соответствующих горизонтали на глубине 1-1,5 м, что может быть результатом хронического, долговременного загрязнения. Во всех пробах отмечено превышение ПДК железа, в нескольких — ПДК меди, что

является характерным для водоемов региона и не свидетельствует об антропогенном характере поступления данных элементов. Кратность превышения ПДК железа заключена в интервале от 2,3 до 5,1; для меди этот интервал варьируется от 1,1 до 6,3. Полученные результаты анализа не свидетельствуют об отклонениях качества воды отрезка Оби, что указывает на соблюдение требований по очистке сточных вод предприятиями, расположенными в с. Салемал.

Список литературы:

1. Атлас Тюменской области / под ред. Е.А. Огороднова. - Выпуск 1 – Москва - Тюмень: Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1971. — 198 с.
2. Разва А.С. Природоохранные технологии в промышленной теплоэнергетике / А.С. Разва. – Томск, 2010. – 27 с.
3. Matthey J. Heavy Metals in Water: Presence, Removal and Safety / edited by S. K. Sharma // Royal Society of Chemistry. - 2015. vol.4. - P. 293- 297.
4. Харючи С.Н. Обь-иртышский бассейн национальное достояние России / С.Н. Харючи // Экономика региона. – 2007. – С. 84 – 89.
5. Duwiejuah A.B. Review of Eco-Friendly Biochar Used in the Removal of Trace Metals on Aqueous Phases / A.B. Duwiejuah, S. J. Cobbina, N. Bakobie // International Journal of Environmental Bioremediation & Biodegradation. - 2017. – Vol. 5, № 2. – P. 27 - 40.
6. Пушистов П.Ю. Опыт проведения экосистемных наблюдений и построения информационно - моделирующих систем гидрологического и экологического мониторинга для предупреждения угроз безопасности жизнедеятельности в бассейне нижнего течения рек Оби и Иртыша / П.Ю. Пушистов, М.Н. Вторушин, В.И. Мигунов, А.В. Трапезников // Междисциплинарные исследования проблем обеспечения безопасности жизнедеятельности населения в современных условиях. – Москва: ООО "ИПП "КУНА", 2007. – С. 133 – 141.