

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОЗЕР ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ НА ПРИМЕРЕ ХАНГАЛАССКОГО УЛУСА (РАЙОНА)¹

Алексеева Саргылана Ильинична

Соискатель, ФГАУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»;
учитель биологии, МОБУ СОШ №20
имени Героя Советского союза Ф.К. Попова, г. Якутск
alekseeva.sargy@mail.ru

ASSESSMENT OF THE CONDITION OF LAKES IN CENTRAL YAKUTIA BY THE EXAMPLE OF THE KHANGALASKY DISTRICT

S. Alekseeva

Summary. The article is devoted to the assessment of the state of lakes in Central Yakutia. Fresh water is a single resource. There are few areas in the world that are not affected by the problems of loss of potential fresh water supplies, deterioration of water quality, and pollution of surface and groundwater sources. The main problems that adversely affect water quality arise, depending on the circumstances, with varying degrees of severity as a result of inadequate treatment of domestic wastewater, poor control of industrial wastewater discharges, loss and destruction of watersheds, irrational siting of industrial plants, deforestation, uncontrolled fallow farming, and unsustainable agricultural practices [7]. The lakes of Central Yakutia, despite their poor study, are actively used by the population of agricultural settlements as a source of drinking water. To compensate for the existing lack of information, the author provides a hydrochemical characteristic, a comprehensive assessment of the water quality of the studied lakes, which are part of 3 rural settlements of the Khangalassky district. A comparative assessment of the results of chemical analysis and bioindication is carried out. For the first time, zonal changes in the total hardness of water, as well as concentrations of calcium and magnesium ions dissolved in water, are established for the study area.

Keywords: lake, hydrochemical characteristics, rural settlement, Central Yakutia, Khangalassky district.

Аннотация. Статья посвящена оценке состояния озер Центральной Якутии. Запасы пресной воды представляют собой единый ресурс. Рассчитанное на длительную перспективу освоение мировых ресурсов пресной воды требует целостного подхода к использованию этих ресурсов и признания взаимозависимости между элементами, составляющими запасы пресной воды и определяющими ее качество [6, 9]. Основные проблемы, отрицательно влияющие на качество воды рек и озер, возникают от обстоятельств, с разной степенью остроты в результате несоответствующей очистки бытовых сточных вод, слабого контроля за сбросом промышленных сточных вод, утраты и разрушения водосборных площадей, нерационального размещения промышленных предприятий, обезлесения, бесконтрольной залежной системы земледелия и нерациональных методов ведения сельского хозяйства [7].

Озера Центральной Якутии при своей слабой изученности активно используются населением сельскохозяйственных поселений в качестве источника питьевой воды. Для восполнения существующего недостатка сведений автором дана гидрохимическая характеристика, комплексная оценка качества воды исследуемых озер, входящих в 3 сельских поселения (населенных пунктов) Хангаласского района (улуса). По морфогенетической классификации И.И. Жиркова, преобладающая часть исследуемых объектов принадлежит озерам термокарстового генезиса. Подчеркнуто, что в исследуемом районе преобладали очень малые озера.

Выполнена сравнительная оценка результатов химического анализа, биоиндикации и биотестирования. Впервые для района исследования установлены зональные изменения общей жесткости воды, а также концентраций, растворенных в воде ионов кальция и магния.

Ключевые слова: озеро, гидрохимическая характеристика, сельское поселение, Центральная Якутия, Хангаласский улус (район).

Введение

Из-за ухудшения экологического состояния рек в Якутии, основных источников питьевой воды, для населения альтернативным источником питьевой воды становятся малые озера. Это обуславливает актуальность определения качества воды исследованных озер.

Для сельских поселений Республики Саха (Якутия) проблема обеспечения населения доброкачественной

питьевой водой на сегодняшний день является очень актуальной. Исторически и географически сложилось, что большинство сельских населенных пунктов размещаются около озер. Тем не менее, озера, используемые для водоснабжения, быстро деградируют в результате взаимодействия природных и антропогенных факторов, поэтому приходится доставлять воду из водоемов, расположенных на больших расстояниях от сельских поселений. Озера, которые расположены дальше от населенных пунктов, могут быть пригодны для питьевой воды, так как на них не воздействуют антропогенные факторы.

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-34-90046.

Целью работы является определение качественного и количественного состава озер на территории сельских поселений Булгунняхтах, Верхний Бестях, входящих по административному делению Республики Саха (Якутия) в состав Хангаласского улуса (района). Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Сделать анализ гидрохимических показателей озер.
2. Провести комплексную оценку качества воды исследуемых озер.
3. Сделать выводы.

Материал и методы исследования

Объектом исследования являются 3 разнотипных озер, расположенных на территории Хангаласского улуса (района).

Озеро № 1 — озеро окрестности с. Верхний Бестях, Хангаласский улус, Центральная Якутия.

Таблица 1. Методы исследования

Методы исследования	Показатели
Органолептический	Физические свойства воды
Колориметрический	NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , Fe^{3+} , NH_4^+ pH
Объемный анализ (титриметрический)	Комплексометрия — жесткость, Ca^{2+}
	Ацидиметрия — щелочность, HCO_3^- , CO_3^{2-}
	Аргентометрия — Cl^-
	Метод Винклера — O_2 , БПК5
Расчетный метод	Минерализация, Mg^{2+} , Na^+

Озеро № 2 — окрестности с. Булгунняхтах (южная часть), Хангаласский улус, Центральная Якутия.

Таблица 2.

Гидрохимические показатели исследованных озер

Наименование	Озеро № 1				Озеро № 2				Озеро № 3			
	Поверхность		Дно		Поверхность		Дно		Поверхность		Дно	
Глубина, м	1,4				0,8				0,8			
Прозрачность, м	0,6				До дна				0,6			
Температура воды, °С	25,3		24,2		24		23		23		21	
Цветность, градус	Очень слабое желтоватое (15)		светло-желтоватое (60)		Слабо-желтоватое		Светло-желтоватое (60)		Слабо-желтоватое		Светло-желтоватое (60)	
Запах, балл	2		4		3		4		2		4	
Характер запаха	Древесный		Болотный, гнилостный, землистый		Землистый, гнилостный		Гнилостный, землистый		Землистый, гнилостный		Болотный	
Мутность	Слабомутная		Слабомутная		Не заметна		Незаметна		Незаметна		Не заметна	
Осадок			Заметный большой, светло-бурый, рыхлый, хлопьевидный				Незначительный, светло-бурый, песчаный				Незначительный, светло-бурый	
Водородный показатель (pH)	8,7		7,5		8,4		8,4		8,5		8,5	
Растворенный O_2 , мг/л	3,13		1,49		2,67		1,89		4,8		5,6	
Свободная двуокись углерода (CO_2 своб.) мг/л	376,1		389,7		178,9		334,3		748,6		799,2	
	мг/л	мг-экв/л	мг/л	мг-экв/л	мг/л	мг-экв/л	мг/л	мг-экв/л	мг/л	мг-экв/л	мг/л	мг-экв/л
Ca^{2+}	32	1,6	40	2	36,8	1,84	37,2	1,86	7,2	0,36	8	0,4

Озеро № 3 — окрестности с. Булгунняхтах (восточная часть), Хангаласский улус, Центральная Якутия.

Улус расположен на Приленском плато и в пойме реки Лены, в которой расположены почти все населенные пункты улуса. По левому берегу реки Лены — долины Эркээни [12].

Климат Центральной Якутии резко-континентальный. Средняя температура января -40°C , июля $+19^{\circ}\text{C}$. Осадков выпадает в год от 200 мм до 350 мм [7].

Материал для исследований был собран во время полевых работ в весенне-летний период 2020–2021 гг. Озера, согласно морфогенетической классификации И.И. Жиркова [3, 4, 5], имеют термокарстовое происхождение.

Морфометрия озер отражает, с одной стороны, специфику развития котловины, а с другой стороны, — процессы, протекающие в водной массе озер. В качестве основных анализируемых морфометрических показателей нами выбраны площадь водной поверхности, длина и ширина озера, его максимальная и средняя глубины. При типизации озер по площади водного зеркала использована классификация П.В. Иванова [6].

Для оценки физических свойств воды применен органолептический метод. Для изучения показателей солей применен метод колориметрический метод.

Результаты и их обсуждение

Комплексная оценка качества воды исследуемых озер была проведена в соответствии с индексом загрязненности воды. Расчет ИЗВ показал, что исследуемые озера относятся к II и III классам качества, чистые и умеренно загрязненные.

Вода озера №1 имеет умеренную жесткость, загрязнена органическими веществами, солевой состав — гидрокарбонатно-кальциевый, вода озера №2 имеет мягкую жесткость, солевой состав — гидрокарбонатно-натриевый, вода озера №3 характеризуется значительной жесткостью, гидрокарбонатно-натриевым солевым составом.

Как видно из таблицы 3, в озере №3 содержание элементов преобладают практически по всем пунктам.

Поверхность и дно озер №1 и №2 умеренно загрязненные, поверхность озера №3 чистая, дно озера №3 тоже умеренно загрязнено.

Таблица 3.

Химический анализ колориметрическим методом

№	Показатели	Озеро №1	Озеро №2	Озеро №3
1	Mg^{2+}	17,08	3,416	29,28
2	Na^+	10,492	56,35	123,74
3	CO_3^{2-}	н/о	н/о	н/о
4	HCO_3^-	195,2	244	378,2
5	Cl^-	22,01	40,47	67,45
6	SO_4^{2-}	2	75	2
7	NO_3^- , мг/л		0,80	0,50
8	NO_2^- , мг/л	0	0	0
9	NH_4^+ , мг/л	0,15	0,30	0,15
10	$\text{Fe}_{\text{общ}}$, мг/л	–	–	–
11	PO_4^{3-} , мг/л	0,20	0,20	0,20
12	Окисляемость	16	16	16
13	Биохимическое потребление кислородом (БПК5),	8,1	5,8	4,2
14	Общая жесткость, ммоль/л	3	3,24	1,06
15	Общая минерализация, мг/л	278,782	338,482	456,836

Таблица 4.

Характеристика комплексной оценки качества исследуемых озер по ИЗВ (индекс загрязнения вод)

Озеро	Водные слои	ИЗВ	Класс / качества воды	Оценка качества воды
№1	Поверхность	1,11	III	Умеренно загрязнённый
	Дно	1,53	III	Умеренно загрязнённый
№2	Поверхность	1,06	III	Умеренно загрязнённый
	Дно	1,85	III	Умеренно загрязнённый
№3	Поверхность	0,86	II	Чистый
	Дно	1,55	III	Умеренно загрязнённый

Заключение и выводы

Воды исследуемых озер по рассмотренным параметрам соответствуют требованиям Федерального санитарно-эпидемиологического управления (за исключением окисляемости перманганата). Воды озер №1 и №2

Таблица 5.
Результаты оценки качества воды озер
биотестированием и биоиндикацией

Озеро	Сумма частоты встречаемости (2)	Произведение типа водоема (1) и (2) = (3)	Индекс сапробности (3): (2)	Класс чистоты (по Г. Либману)	Трофность
№1	43	80	1,86	I	Олиготрофный
№2	9	27	3,0	III	Мезотрофный
№3	6	12	2,0	II	Мезотрофный

могут быть пригодны для приготовления питьевого льда и питьевой воды, а №3 могут быть использованы для бытовых целей.

Сравнены результаты химического анализа, биоиндикации и биотестирования. Все озера, кроме №1, соответствуют заданным классам. №2 и №3 имеют соответственно третий и второй класс качества воды. По результатам химического анализа №1 имеет третий класс качества воды из-за высокого содержания нитратов и окисления, а по результатам биоиндикации и биотестирования — первый класс. Это связано с тем, что природные отходы не влияют на растительный состав водоема.

ЛИТЕРАТУРА

- Городничев Р.М., Пестрякова Л.А., Ядрихинский И.В. 2015. Взаимосвязи диатомовых водорослей с морфометрическими, гидрохимическими характеристиками и параметрами местоположения озер Севера Якутии. Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, 6 (50): 14–26.
- Жирков И.И. 1977. К ландшафтно-генетической классификации озер Центральной Якутии. Природа и хозяйство Сибири, 32–33.
- Жирков И.И. 1983. Морфогенетическая классификация как основа рационального использования, охраны и воспроизводства природных ресурсов озер криолитозоны (на примере Центральной Якутии). В кн.: Вопросы рационального использования и охраны природных ресурсов разнотипных озер криолитозоны (на примере Центральной Якутии). Якутск, Якутский университет: 4–47.
- Жирков И.И. 2000. О классификации озер холодных регионов. В кн.: Озера холодных регионов. Материалы международной конференции. Якутск, 20–24 июня 2000 года. Якутск. Часть 1. Вопросы теории, методики, лимногенеза, классификации и районирования. Якутский государственный университет: 84–93.
- Жирков И.И., Трофимова Т.П., Тастыгина С.К., Жирков К.И. 2019. Лимнологическая характеристика озера Киянки Чурапчинского улуса РС(Я). Успехи современного естествознания, 6: 57–61.
- Иванов П.В. 1948. Классификация озер мира по величине и по их средней глубине. Бюллетень ЛГУ, 20: 29–36.
- Ксенофонтова М.И. 2013. Анализ деградации термокарстовых озер при интенсивном сельскохозяйственном освоении. Антропогенная трансформация природной среды, 1: 121–125.
- Ксенофонтова М.И., Ушницкая Л.А. 2008. Экологическая оценка состояния озер Лено-Амгинского междуречья. Проблемы региональной экологии, 2: 12–14.
- Мякишева Н.В. 2009. Многокритериальная классификация озер. СПб., Российский государственный гидрометеорологический университет, 160 с.
- Поисеев И.И. 2017. Общие и внутрирегиональные особенности земельного фонда Республики Саха (Якутия). Проблемы современной экономики, 3 (63): 152–156.
- Руфова А.А., Ксенофонтова М.И. 2015. Гидрохимический состав как один из индикаторов современных условий формирования озер (на примере г. Якутска). Наука и Образование, 2 (78): 145–151.
- Соловьев П.А. 1959. Криолитозона северной части Лено-Амгинского междуречья. М., АНН СССР, 144 с.
- Ушницкая Л.А., Пестрякова Л.А., Субетто Д.А., Троева Е.И. 2014. Морфометрическая характеристика озер Лено-Амгинского междуречья. Наука и Образование, 4 (76): 71–76.
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica, 4 (1): 1–9.

© Алексеева Саргылана Ильинична (alekseeva.sargy@mail.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»