

УДК 502:556.55(571.56-25)

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕР ГОРОДА ЯКУТСКА  
ДЛЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ****Николаев А.А., Архипов И.В.***ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»,  
Якутск, e-mail: cd051@mail.ru, vano.19662010@mail.ru*

Статья посвящена экологическому исследованию озер г. Якутска для туристско-рекреационного потенциала. Не секрет, что городские озера везде несут большую антропогенную нагрузку, выявление экологического состояния является особенно важным для целей туристско-рекреационного использования. В настоящее время эти озера еще в должной мере не используются в туристско-рекреационной деятельности города. Гидрохимическая характеристика и выявление индекса загрязненности воды данных озер является основным из критериев для туристско-рекреационного использования городских озер. Так, например, вода озера Сайсары имеет неблагоприятный газовый режим, насыщена биогенными элементами, имеет затхлый запах, высокую жесткость и минерализацию, большое содержание хлоридов. Биологическое потребление кислорода (пятисуточное) данного озера на момент исследований составило 7,1 мг О<sub>2</sub>/л, что в 3,55 раз превышает ПДК. В воде озера обнаружено повышенное содержание нефтепродуктов, превышающее ПДК в 2 раза (0,1 мг/л), фенолов – в 11 раз (0,011 мг/л), солевого аммония в 1,58 раза – 0,62 мг/л. Индекс загрязненности воды (ИЗВ) озера оказался равным 3,28. Следовательно, воду озера можно классифицировать как «загрязненную» (IV класс качества воды). Озеро Теплое. Индекс загрязненности равен 3,85, следовательно, воду озера можно характеризовать как «загрязненную», класс качества – IV. Озеро Талое. Индекс загрязненности воды равен 5,59. Вода озера относится к «грязной», класс качества V. В конце статьи даны несколько комплексных рекомендаций по улучшению экологического состояния исследованных озер, а также рекомендации зимнего и летнего использования озер для туристско-рекреационного использования городом для горожан и их гостей.

**Ключевые слова:** экологическое состояние озер, индекс загрязненности вод, озера г. Якутска – Сайсары, Теплое, Талое, туристско-рекреационное использование озер, биологическое потребление кислорода

**ECOLOGICAL CONDITION OF YAKUTSK LAKES  
FOR TOURIST AND RECREATIONAL USE****Nikolaev A.A., Arkhipov I.V.***M.K. Ammosov The North-Eastern Federal University, Yakutsk,  
e-mail: cd051@mail.ru, vano.19662010@mail.ru*

The article is devoted to the ecological study of the lakes of Yakutsk for tourist and recreational potential. It is no secret that urban lakes everywhere carry a large anthropogenic load, the identification of their ecological state is especially important for the purposes of tourist and recreational use. Currently, these lakes are not yet properly used in the tourist and recreational activities of the city. Hydrochemical characterization and identification of the water pollution index of these lakes is the main criterion for the tourist and recreational use of urban lakes. For example, the water of Lake Sarsary has an unfavorable gas regime, is saturated with biogenic elements, has a musty smell, high hardness and mineralization, a high content of chlorides. The biological oxygen consumption (five-day) of this lake at the time of the research was 7.1 mg O<sub>2</sub>/l, or 3.55 times higher than the MPC. In the lake water, an increased content of petroleum products exceeding the MPC by 2 times (0.1 mg/l), phenols by 11 times (0.011 mg/l), ammonium salt by 1.58 times – 0.62 mg/l was found. The index of water pollution of the lake was equal to 3.28. Therefore, the lake water can be classified as «polluted» (IV class of quality of water). The lake is Warm. The pollution index is 3.85, therefore, the lake water can be characterized as «polluted», quality class – IV. Lake Meltwater. The water pollution index is 5.59. The lake water is classified as «dirty», quality class V. At the end of the article, several comprehensive recommendations are given to improve the ecological condition of the studied lakes, as well as recommendations for winter and summer use of lakes for tourist and recreational use by the city for citizens and their guests.

**Keywords:** ecological condition of lakes, water pollution index, lakes of the city of Yakutsk – Sarsary, Warm, Thawed, tourist and recreational use of lakes, biological oxygen consumption

Город Якутск расположен в центральной части долины Туймаада в среднем течении левобережья р. Лены на 62°01 с.ш., 129°43 в.д. Занимает площадь на I-й и II-й надпойменных террасах. Ширина современной долины р. Лены в районе г. Якутска достигает 18–20 км, из которых около 8 км приходится на современное русло р. Лены с многочисленными островами и протока-

ми. I-я надпойменная терраса, на которой расположена большая часть города, имеет ширину 2,0–2,5 км и возвышается над уровнем воды р. Лены на 10–12 м, крутизна склонов доходит до 30–40. Долина Туймаада вся прорезана староречьями, озерами, еще недавно сообщающимися с р. Леной.

Нами исследованы три озера – Сайсары, Теплое, Талое, которые расположены почти

в центре города и изредка используются горожанами для отдыха по сезонам.

Исследование озер города, их экологического состояния является актуальной задачей для дальнейшего функционирования озера, а также выбора, по какому пути должно идти их туристско-рекреационное обустройство. Исследования экологического состояния озер в России выполнены разными исследователями: так, изучение качества воды как важный показатель водной экосистемы в условиях антропогенного воздействия выполнялось М.Э. Галеевой, М.Л. Калайда [1, 2], антропогенные факторы качества воды были изучены Р.Р. Шагидуллиным, В.З. Латыповой, О.Ю. Тарасовым, О.В. Никитиным и др. специалистами [3]. Оценку состояния озер в условиях антропогенной нагрузки исследовали Л.Н. Саушкина, О.В. Хурина, О.А. Белов [4–6]. Туристско-рекреационное использование водных ресурсов исследовано С.С. Семочкиной [7, 8] и Г.Я. Барышниковым [9]. Таким образом, тема достаточно изучена в наше время.

Целью исследования озер г. Якутска является изучение общего экологического их состояния для оценки и соответствия туристско-рекреационного использования в летнее и в зимнее время года. Для этого мы поставили следующие задачи: первое – изучение гидрохимических характеристик воды озер; второе – выявление индекса загрязнения воды озер; третье – изучение продолжительности ледостава озер, снежного покрова зимой; четвертое – выявление туристско-рекреационного использования озер.

#### Материалы и методы исследования

Объектом исследования явились озера, расположенные в центре г. Якутска – Сайсары, Теплое и Талое (рисунок), в основном играющие большую эстетическую и привлекательную роль массового отдыха горожан, то есть в каком-то отношении и туристско-рекреационного использования.

В зависимости от размера и формы с каждого озера в августе 2021 г. были отобраны поверхностные пробы воды с 1–3 станций батометром Молчанова. Определение температуры, прозрачности, цвета, запаха, растворенного кислорода, свободной двуокиси углерода, обменной кислотности проводилось непосредственно на месте [10]. Полный гидрохимический анализ воды был произведен в лаборатории Управления Роспотребнадзора по РС(Я).

По всем озерам были проведены исследования на основные антропогенные загрязняющие компоненты; БПК<sub>5</sub>, СПАВ, фенолы, нефтепродукты, аммоний солевой, перманганатная окисляемость, медь. Анализы воды озер на загрязняющие факторы выполнены лабораторией Управления Роспотребнадзора по РС(Я).

В зависимости от количества анализа применяются две оценки качества воды по комплексным показателям, это по индексам – удельному комбинаторному индексу загрязненности вод (УКИЗВ) [11] и индексу загрязненности вод (ИЗВ) [12]. Анализ существующих оценок качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям свидетельствует о том, что комплексная характеристика качества поверхностных вод представляет собой достаточно сложную проблему, по которой пока не найдено однозначного решения. Обсуждаемые индексы строго индивидуальны и раскрывают многие стороны изучаемой проблемы в разнообразных аспектах [13].

Для оценки загрязненности вод по методу УКИЗВ требуется обязательный перечень № 1: 1) Растворенный в воде кислород, 2) БПК<sub>5</sub>(O<sub>2</sub>), 3) ХПК, 4) Фенолы, 5) Нефтепродукты, 6) Нитрит-ионы (NO<sub>2</sub>), 7) Нитрат-ионы (NO<sub>3</sub>), 8) Аммоний ион (NH<sub>4</sub>), 9) Железо общее, 10) Медь (Cu<sup>2</sup>), 11) Цинк (Zn<sup>2</sup>), 12) Никель (Ni<sup>2</sup>), 13) Марганец (Mn<sup>2</sup>), 14) Хлориды, 15) Сульфаты [11]. В нашем исследовании, за неимением некоторых анализов металлов и других веществ, предоставленных лабораторией Управления Роспотребнадзора РС(Я), применение данной оценки не представляется возможным.

Из всех разработанных оценок качества вод наиболее предпочтительными в нашем исследовании являются критерии индекса загрязненности вод (табл. 1) [12]. Указания по расчету ИЗВ даются во «Временных методических указаниях по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод» [12].

Расчет ИЗВ для поверхностных вод производится по формуле

$$\text{ИЗВ} = \frac{\sum(C_i / \text{ПДК})}{6},$$

где C<sub>i</sub> – концентрация ингредиента, 6 – строго лимитирующее количество показателей, берущихся для расчета, имеющих наибольшее значение, независимо от того, превышают они ПДК или нет, включая O<sub>2</sub> и БПК<sub>5</sub> [11].

Таблица 1

Критерии загрязненности вод по ИЗВ (для поверхностных вод) [11]

Класс качества	Текстовое описание	Величина ИЗВ
I	очень чистая	менее или равно 0,3
II	чистая	более 0,3 до 1
III	умеренно загрязненная	более 1 до 2,5
IV	загрязненная	более 2,5 до 4
V	грязная	более 4 до 6
VI	очень грязная	более 6 до 10
VII	чрезвычайно грязная	более 10

Зимой 2021 г., в феврале, были исследованы толщины снежного покрова и льда озера Сайсары, Теплое и Талое.

#### Результаты исследования и их обсуждение

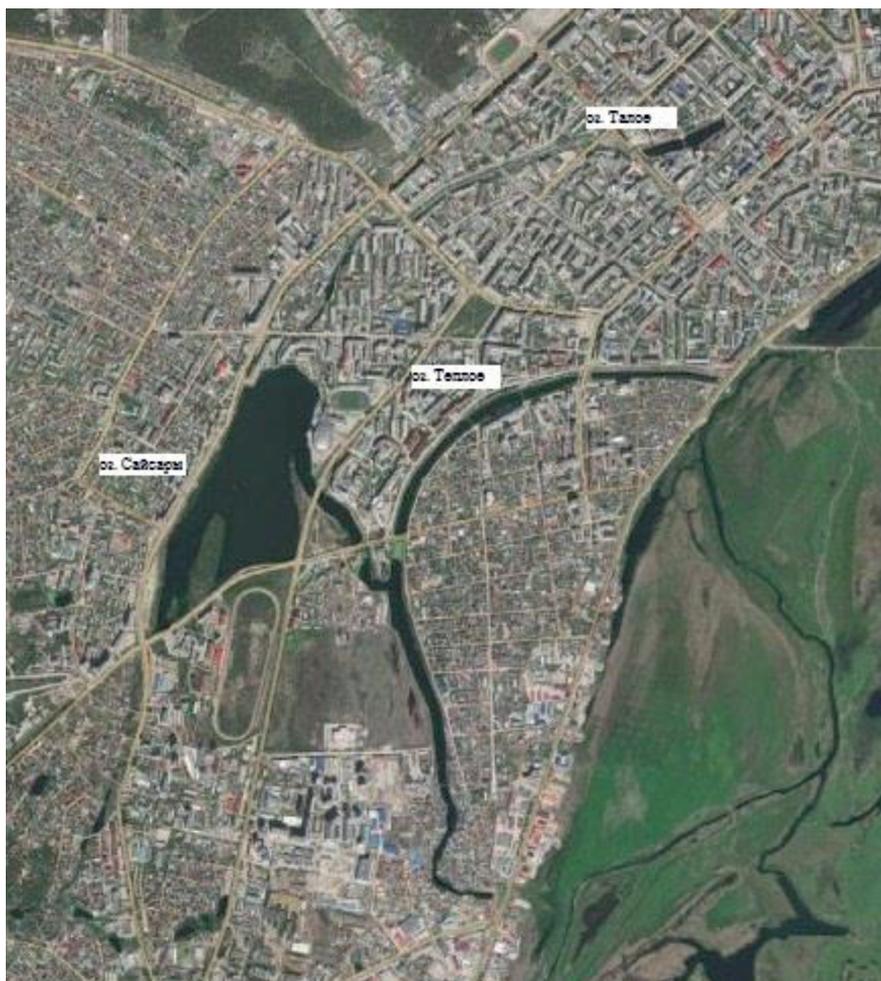
Озеро Сайсары расположено в южной части города, западнее озера Теплое, в жилом квартале 66 (рисунок). Площадь озера составляет 35,5 га, средняя глубина озера – 2,5 м, максимальная – 6 м, длина озера – 1,4 км, ширина – 400 м. С западной стороны озеро огибает ул. Лермонтова, с северной – проходит ул. Каландаришвили, на юге, юго-востоке ул. Дежнева. На северо-востоке к озеру прилегают стадион «Юность» и спортивный комплекс «Триумф», в юго-восточной части в островной зоне озера строится огромный комплекс – Арктический центр эпоса Олонхо. (Древний эпос Олонхо якутского народа вошел в список нематериального культурного наследия ООН.) По восточному рукаву воды озера через ул. Дежнева по трубе спускаются в озеро Теплое. В литоральной части озера встречаются ряски, рдест плавающий, в прибрежной части, особенно в южной части – тростник обыкновенный, камыш, осока болотная. В озере водятся караси и гольяны, гнездятся утки и чайки. В настоящее время входит в список уникальных озер Якутии. Озеро Сайсары в зимнее время активно используется горожанами и студентами для лыжного отдыха и занятий, весной здесь открываются катки для катаний на коньках, проводятся массовые праздники, такие как проводы зимы, массовые гулянья, конкурсы и т.д. Озеро Сайсары – священное и сакральное место в истории и легендах якутского народа как прародина народа саха.

В начале 2011 г. мэрией г. Якутска здесь была проведена очистка донных отложений, были проведены работы по каналам, чтобы озеро имело непрерывную связь

с остальными озерами города, эта часть хотя и работает, но все равно быстро засоряется песком и отходами в каналах, в дорогах, трубах по всему каналу и ослабляет круговорот воды озера.

Озеро Теплое водно-эрозионного происхождения (рисунок). Площадь озера составляет 12,27 га, средняя глубина – 1,27 м, максимальная – 3,0 м, длина 3,45 км, ширина 55 м, имеет вытянутую форму. Это старичное озеро. Расположено в южной части города на II надпойменной террасе р. Лены. К озеру прилегают городские кварталы 66, 63, 55, 37, 6, 122. Озеро пересекает пр. Ленина по мосту, ул. Дежнева по дамбе. В литоральной части встречаются ряска, рдест плавающий, в прибрежной части – камыш. Берега озера крутые, высотой до 5 м, в южной части – пологие. В конце 1990-х гг. по берегам озера были обустроены каменные габионы, которые защищают берега от естественного разрушения и массового зарастания водными растениями. Весной озеро используется горожанами и молодежью для катания на коньках. В летнее время установлены фонтаны и есть небольшие лодочные станции для отдыха на лодках, катамаранах.

Озеро Талое водно-эрозионного происхождения, расположено в центральной части города на II надпойменной террасе р. Лены (рисунок). С севера проходит ул. Короленко, на северо-западе – ул. Толстого, с юга – ул. Кирова. Раньше озеро по горканалу имело связь с озерами Сайсары, Хомустах и др. В настоящее время она частично восстановлена, но все равно канал быстро засоряется и становится непроходимым, иногда почти стоячим. Озеро имеет вытянутую с северо-востока на юго-запад овальную форму, с южной стороны связано с каналом по трубе. Озеро имеет площадь 1,03 га, глубина средняя – 1,33 м, максимальная – 4,5 м, длина – 340 м, ширина – 38 м.



*Расположение исследованных озер в центре г. Якутска*

Снежный покров в окрестностях г. Якутска держится 7 месяцев, то есть 205–210 дней и в общем годовом балансе осадков составляет 31–40%. Средняя дата появления снежного покрова приходится на первые числа октября, ранняя – на вторую декаду сентября, поздняя – на третью декаду октября. Из-за отсутствия оттепелей и сильных ветров снежный покров сохраняется в течение всей зимы. Ранняя дата схода снежного покрова – середина апреля, поздняя – конец мая, средняя – конец апреля. Для Центральной Якутии характерно быстрое весеннее испарение снега, мощность снежного покрова незначительная, наибольшая высота – 28–30 см. Вероятность схода снежного покрова составляет: на 20/I – 3%, на 30/IV – 53%, на 5/V – 75%.

Ледостав на исследованных озерах продолжается 240–245 дней. С конца сентября до первой декады октября устанавливается постоянный ледовый покров, та-

яние которого начинается в середине мая, полностью ледяной покров сходит в конце мая или в начале июня. Высота снежного покрова и средняя толщина льда в исследованных озерах составляет: оз. Сайсары – 0,38 и 1,3 м, оз. Теплое – 0,28 и 1,3 м, оз. Талое – 0,30 и 1,3 м. Причиной исследования снежного покрова является тот факт, что снег, как и все атмосферные осадки, обладает способностью сорбировать в себе вещества техногенеза и служит важным объектом мониторинга окружающей среды. За зиму в снегу происходит накопление химических элементов, поступающих в различных формах и соединениях совместно с продуктами биосферы. Исследования снежного покрова могли бы использоваться в качестве индикатора при выявлении информации о поступлении различных загрязняющих в основном атмосферного происхождения химических элементов, включая тяжелые металлы.

Озеро Теплое. Глубина озера в точках отбора проб не превышает 2,5 м. В мелководных озерах не наблюдается резкой разницы в распределении температур, от поверхности ко дну (18,4–16,7°C). Величина прозрачности – 0,5–1,4 м. Вода озера имеет травянистый затхлый запах (3 балла), сильную муть с небольшим илистым осадком. По своим гидрохимическим показателям озеро Теплое имеет неблагоприятный газовый режим, вода озера не соответствует санитарным нормам по показателям: высокая минерализация, большое содержание хлоридов, затхлый запах, сильная муть (табл. 2).

Вода озера Сайсары имеет неблагоприятный газовый режим, насыщена биогенными элементами, имеет затхлый запах, высокую жесткость и минерализацию, большое содержание хлоридов (табл. 2).

Исходя из данных химического анализа, вода озера Талое имеет неблагоприятный газовый режим, высокую минерализацию, жесткость, большое содержание хлоридов и солей аммония (табл. 2).

Озеро Сайсары. Биологическое потребление кислорода (пятисуточное) данного озера на момент исследований составило 7,1 мг O<sub>2</sub>/л, что в 3,55 раз превышает ПДК (табл. 3). В воде озера обнаружено повышенное содержание нефтепродуктов, превышающее ПДК в 2 раза (табл. 3) (0,1 мг/л), фенолов – в 11 раз (0,011 мг/л), солевой аммоний в 1,58 раза – 0,62 мг/л. Исходя из табл. 1 индекс загрязненности воды (ИЗВ) озера оказался равным 3,28 (табл. 3). Следовательно, воду озера можно классифицировать как «загрязненную» (IV класс качества воды).

Таблица 2

Таблица гидрохимической характеристики озер Сайсары, Теплое и Талое

Ингредиенты	ПДК, мг/л	оз. Сайсары	оз. Теплое	оз. Талое
Температура воды, °С	–	21,2	22,0	20,1
Активная реакция (рН)	6,5–8,5	9,2	8,9	8,0
Растворенный O <sub>2</sub>	4,0–6,0	10,0	9,0	6,0
CO <sub>2</sub>		95,0	304,0	247,0
Кальций	180,0	28,0	25,6	153,0
Магний	40,0	42,5	15,6	4,38
Сумма ионов Na <sup>+</sup> и K <sup>+</sup>	170,0	335,0	606,0	200,2
Общее железо	0,5	0,3	н/о	0,5
Гидрокарбонаты		540,0	561,0	702,0
Карбонаты		н/о	н/о	н/о
Аммоний солевой	0,39	0,62	0,21	3,17
Сульфаты	100,0	н/о	2,0	н/о
Хлориды	300,0	300,0	780,0	395,0
Нитраты	9,1	0,39	0,39	0,88
Нитриты	0,02	0,02	н/о	0,05
Жесткость		5,19	2,67	8,04
Общая минерализация	1000,0	1245,89	1990,59	1455,46

Таблица 3

Расчет индекса загрязненности озера Сайсары

№	Наименование вещества	Мг/л	Концентрации (доли ПДК)	ПДК, мг/л
1	Растворенный кислород	7,0	0,86	4,0–6,0
2	БПК <sub>5</sub>	7,1	3,55	3,0
3	Нефтепродукты	0,1	2,0	0,06
4	Фенолы	0,011	11,0	0,001
5	СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества)	0,074	0,75	0,1
6	Аммоний солевой	0,62	1,58	0,39
7	Окисляемость перманганатная	–		7,0
	Σ		19,73	
	ИЗВ		3,28	

Таблица 4

Расчет индекса загрязненности озера Теплое

№	Наименование вещества	Мг/л	Концентрации (доли ПДК)	ПДК, мг/л
1	Растворенный кислород	9,0	0,66	4,0–6,0
2	БПК5	7,44	3,72	3,0
3	Нефтепродукты	0,33	6,0	0,06
4	Фенолы	0,006	6,0	0,001
5	СПАВ	–	–	0,1
6	Аммоний солевой	0,21	0,53	0,39
7	Окисляемость перманганатная	43,5	6,2	7,0
	Σ		23,11	
	ИЗВ		3,85	

Таблица 5

Расчет индекса загрязненности озера Талое

№	Наименование вещества	Мг/л	Концентрации (доли ПДК)	ПДК, мг/л
1	Растворенный кислород	4,0	5,0	4,0–6,0
2	БПК5	6,7	3,35	3,0
3	Нефтепродукты	0,4	8,0	0,06
4	Фенолы	0,007	7,0	0,001
5	СПАВ	–	–	0,1
6	Аммоний солевой	3,17	8,12	0,39
7	Окисляемость перманганатная	14,9	2,12	7,0
	Σ		33,59	
	ИЗВ		5,59	

Озеро Теплое. БПК5, на момент исследований составило 7,44 мгО<sub>2</sub>/л, что превышает их ПДК в 3,72 раза (табл. 4), окисляемости воды в 43,5 мгО<sub>2</sub>/л, или 6,2 ПДК. Синтетические поверхностные вещества в воде не обнаружены. Индекс загрязненности равен 3,85, следовательно, в соответствии с табл. 1 воду озера можно охарактеризовать как «загрязненную», класс качества – IV (табл. 4).

Озеро Талое. БПК5 озера составляет 6,7 мг О<sub>2</sub>/л, что в 3,35 раза превышает ПДК (табл. 5). Содержание в воде нефтепродуктов (0,4 мг/л), фенолов (0,007 мг/л) и солей аммония (3,17 мг/л) превышает их ПДК, СПАВ не обнаружены. Повышена перманганатная окисляемость воды – 14,9 мг О<sub>2</sub>/л. Индекс загрязненности воды равен 5,59. По табл. 1 вода озера относится к «грязной», класс качества V (табл. 5).

Исследованные озера в настоящее время исполняют роль прудов-накопителей, слабо связанных с другими водными объектами в г. Якутске и его окрестностях. Источники, загрязняющие водоемы, – промышленные, коммунально-бытовые стоки, детергенты, нефтепродукты и их компоненты, загрязнения от автотранспорта, взвешенные ве-

щества, органические загрязнители, растительные и животные ядовитые вещества и др. В 1990 г. была осуществлена попытка полностью выкачать воду оз. Талое и заполнить озеро вновь чистой водой. На некоторых озерах проводится отсыпка берегов песком, габионами, новыми современными архитектурными конструкциями, как на озере Талом сейчас. Но, если смотреть в целом, все проводимые мероприятия в конечном итоге имеют незначительную эффективность. В основном все мероприятия проводятся разрозненно, отдельно по озерам, только по озеру Талое, например, более или менее преобразовали береговую архитектуру на современный лад.

Экологическая обстановка этих озер г. Якутска в целом, вследствие интенсивной застройки и естественного состояния озер под влиянием антропогенного воздействия, с каждым годом обостряется.

В целях кардинального преобразования в сторону улучшения экологической ситуации в озерных экосистемах г. Якутска и его окрестностях рекомендуются следующие инженерно-технические мероприятия: в-первых, очистка от мусора водоохраных зон озер, проведение планировки и мас-

штабное озеленение берегов; во-вторых, очистка от загрязненных иловых отложений и мусора дна каналов и озерных котловин, разработка и внедрение системы ливневой канализации и полное восстановление трассы городского канала; в-третьих, реконструкция водного пропуска через улицы г. Якутска; в-четвертых, соблюдение установленной вокруг озер охранной зоны; в-пятых, установление четкого контроля сброса загрязненных вод производственных, бытовых стоков предприятиями и частным сектором, отдельными гражданами; в-шестых, выделение дополнительных штатов дворников и работников над наблюдением и очисткой городского канала.

### Заключение

Анализ результатов проведенного исследования показывает несколько выводов: неблагоприятное экологическое состояние озер г. Якутска; уменьшение морфометрических показателей озер, в основном за счет интенсивной застройки; нарушение системы естественного и искусственного стока; превращение озер в непроточные накопители загрязненных сточных вод; неблагоприятный газовый режим, высокая жесткость, минерализация и насыщенность биогенными элементами, превышающая ПДК; непригодность использования воды для коммунально-бытового водоснабжения, в рыбохозяйственных целях, а также для купания в летний период; по критериям загрязненности вод по ИЗВ озера Сайсары и Теплое относятся к «загрязненным», озеро Талое «сильно загрязненное».

Таким образом, в летне-осеннее время эти озера можно использовать только для лодочных, катамаранных, байдарочных и иных видов прогулок, гонок, соревнований по озеру. Для данного типа туризма эти озера особенно подойдут своей близостью и доступностью, развитой инфраструктурой, достаточно нормальными площадями зеркала озера, глубинами и протяженностью.

В зимнее время на ледовой площадке озера можно обустроить большие каркасно-тентовые ангары для катания внутри всю зиму на коньках, отопление получать с помощью электрических тепловых пушек, которые сейчас имеют большие возможности прогрева на большие крытые площадки, даже в  $-50^{\circ}\text{C}$ . В весеннее время использовать как открытый каток ледовое зеркало озер. Снежный покров озера использовать для лыжных прогулок горожан, соревнований спортсменов. Для туристско-

рекреационного использования потенциала озер на круглый год необходима научная разработка комплексной целевой программы в городской сфере массового отдыха, туризма и рекреации. К сожалению, до сих пор в г. Якутске пока нет такой комплексной программы. Туристский потенциал данных озер до сих пор не изучен, не разработан и полностью не используется городом.

### Список литературы / References

1. Галеева М.Э., Калайда М.Л. Коэффициент качества вод как важный показатель состояния водной экосистемы // Современные проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса: материалы II научно-практической конференции молодых ученых. Тезисы докладов. М.: ФГУП «ВНИРО», 2011. С. 277–279.

Galeeva M.E., Kalayda M.L. Water quality coefficient as an important indicator of the state of the aquatic ecosystem // Sovremennye problemy i perspektivy rybohozyajstvennogo kompleksa: materialy II nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh. Tезisy dokladov. M.: FGUP «VNIRO», 2011. P. 277–279 (in Russian).

2. Галеева М.Э., Калайда М.Л. Оценка качества вод озера в условиях антропогенного воздействия // Тинчуринские чтения: материалы докладов VII Всероссийской молодежной научной конференции / Под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. Казань: Казан, гос. энерг. ун-т, 2012. Т. 3. С. 144–145.

Galeeva M.E., Kalayda M.L. Assessment of the water quality of the lake in conditions of anthropogenic impact // Tinchurinskije chteniya: materialy dokladov VII Vserossiyskoj molodezhnoj nauchnoj konferencii / Pod obshch. red. rektora KGEU E.Yu. Abdullazyanova. Kazan': Kazan, gos. energ. unt, 2012. T. 3. P. 144–145 (in Russian).

3. Шагидуллин Р.Р., Латыпова В.З., Тарасов О.Ю., Никитин О.В., Яковлева О.Г., Иванов Д.В., Петров А.М., Крапивина Н.Ю., Юранец-Лужаева Р.Ч., Шагидуллина Р.А., Камалов Р.И. Природные и антропогенные факторы формирования качества воды озера Средний Кабан города Казани // Георесурсы. 2012. № 7 (49). С. 11–17.

Shagidullin P.P., Latypova V.Z., Tarasov O.Yu., Nikitin O.V., Yakovleva O.G., Ivanov D.V., Petrov A.M., Kravivina N.Yu., Yuranec-Luzhaeva R.Ch., Shagidullina P.A., Kamalov R.I. Natural and anthropogenic factors of the formation of the water quality of the Sredny Kaban lake in Kazan // Georesursy. 2012. № 7 (49). P. 11–17 (in Russian).

4. Саушкина Л.Н., Хурина О.В. Комплексная оценка состояния озера Культучное по гидрохимическим показателям // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. (18–22 марта 2013 г.). Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. С. 201–203.

Saushkina L.N., Khurina O.V. Comprehensive assessment of the state of Lake Kultuchnoye by hydrochemical indicators // Prirodnye resursy, ih sovremennoe sostoyanie, ohrana, promyslovoe i tekhnicheskoe ispol'zovanie: materialy IV Vseros. nauch.-prakt. konf. (18–22 marta 2013 g.). Petropavlovsk-Kamchatskij: KamchatGTU, 2013. P. 201–203 (in Russian).

5. Хурина О.В., Саушкина Л.Н., Кузякина Т.И. Оценка экологического состояния пресноводной гидроэкосистемы в условиях антропогенной нагрузки // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2010. № 12. С. 26–31.

Khurina O.V., Saushkina L.N., Kuzyakina T.I. Assessment of the ecological state of the freshwater hydroecosystem under conditions of anthropogenic load // Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2010. № 12. P. 26–31 (in Russian).

6. Белов О.А. Оценка технической готовности системы с учетом влияния человеческого фактора // Вестник Камчат-

ского государственного технического университета. 2014. № 30. С. 11–16.

Belov O.A. Assessment of the technical readiness of the system, taking into account the influence of the human factor // Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2014. № 30. P. 11–16 (in Russian).

7. Семочкина С.С., Максимова Н.Б. Экологический туризм и оценка объектов туристско-рекреационного использования левобережья Оби Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012а. № 10 (96). С. 34–39.

Semochkina S.S., Maksimova N.B. Ecological tourism and assessment of objects of tourist and recreational use of the left bank of the Ob of the Altai Territory // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012a. № 10 (96). P. 34–39 (in Russian).

8. Семочкина С.С., Барышников Г.Я. Оценка устойчивости природных систем территории лесостепной и степной зон левобережья Оби Алтайского края для туристско-рекреационного освоения // Современные проблемы географии, экологии и природопользования Материалы Международной научно-практической конференции: Волгоград, 25–26 апреля 2012 г. / Под ред. С.Н. Кириллова. Барнаул, 2012. № 6. С. 49–58.

Semochkina S.S., Baryshnikov G.Ya. Assessment of the stability of natural systems of the territory of the forest-steppe and steppe zones of the left bank of the Ob of the Altai Territory for tourist and recreational development // Sovremennye problemy geografii, ekologii i prirodopol'zovaniya: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: Volgograd, 25–26 aprelya 2012 g. / Pod red. S.N. Kirillova. Barnaul, 2012. № 6. P. 49–58 (in Russian).

9. Барышников Г.Я., Семочкина С.С. Использование малых водоемов Алтая для рекреационных целей // Двадцать пятое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых

процессов. Астрахань, 12–14 октября 2010 г. / Под ред. Р.С. Чалова. Астрахань, 2010. С. 72–83.

Baryshnikov G.Ya., Semochkina S.S. Use of small reservoirs of Altai for recreational purposes // Dvadcat' pyatoe plenarnoe mezhvuzovskoe koordinacionnoe soveshchanie po probleme erozionnyh, ruslovyh i ust'evykh processov. Astrahan', 12–14 oktyabrya 2010 g. / Pod red. P.C. Chalova. Astrahan', 2010. P. 72–83 (in Russian).

10. Кузьмина И.А. Температура, запах, прозрачность, цветность природной воды: методические указания. Великий Новгород, 2007. 12 с.

Kuz'mina I.A. Temperature, smell, transparency, color of natural water: Guidelines. Velikij Novgorod, 2007. 12 p. (in Russian).

11. РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Ростов н/Д.: Росгидромет, 2002. 48 с.

RD 52.24.643-2002. A method of complex assessment of the degree of contamination of surface waters by hydrochemical indicators. Rostov-on-Don: Roshydromet, 2002. 48 p.

12. Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод. [Электронный ресурс]. URL: <https://standartgost.ru/g/pkey-14293742635> (дата обращения: 21.10.2021).

Temporary guidelines for a comprehensive assessment of the quality of surface and marine waters. [Electronic resource]. URL: <https://standartgost.ru/g/pkey-14293742635> (date of access: 21.10.2021) (in Russian).

13. Зубарев В.А. Гидрохимические индексы оценки качества поверхностных вод // Региональные проблемы. 2014. Т. 17. № 2. С. 71–77.

Zubarev V.A. Hydrochemical indices of surface water quality assessment // Regionalnye problemi. 2014. T. 17. No. 2. P. 71–77 (in Russian).