

УДК 574.5(285.2)(571.56)

Трофимова Т.П., Жирков И.И.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ УНИКАЛЬНОГО ОЗЕРА НИДЖИЛИ

Проведено гидрохимическое и гидрологическое исследование озера Ниджили Республики Саха (Якутия). Озеро является одним из большой по объему водной массы и одним из важных по интенсивности рыбохозяйственного использования в республике. По результатам лимнологического исследования дана оценка современного состояния водной экосистемы озера.

Hydrochemical and hydrological research lakes Nidzhili Republic Saha (Yakutia) is conducted. The lake is one of big on volume of water weight and one of important on intensity fishing economy uses in republic. By results limnological researches the estimation of a current state of a water ecosystem of lake is given.

В связи с сокращением запасов карася и ухудшением экологического состояния озера Ниджили в целях охраны, рационального использования и воспроизводства запасов карасей по Указу Президента Республики Саха (Якутия) № 836 от 16 августа 1994 г. «О введении особого режима пользования и охраны уникальных озер Республики Саха (Якутия)» озеро Ниджили отнесено к категории акваобъектов особого режима пользования.

Самое крупное в Центральной Якутии озеро Ниджили расположено в пределах Центрально-Якутской равнины на Лено-Виллюйском междуречье. Оно протянулось с запада на восток на 32,0 – 34,0 километра. Большая часть водосбора занята лесными массивами, где преобладает лиственница даурская, местами встречаются обширные березняки, кустарниково-ерниковые заросли, кочкарники, обширные заболоченные луга, мари. Недалеко к северу, к востоку и к юго-востоку от озера расположены три больших песчаных дюнно-грядовых массива – «тукуланы». Предполагается, что в плейстоценовое время фарватер р. Виллюй мог протекать по этой местности и «тукуланы» – это древние аллювиальные накопления реки, отмигрировавшие и преобразованные ветрами, водными, мерзлотными и др. процессами в более позднее время. [1, С. 2] Морфометрические показатели озера по материалам разных лет отражены в таблице 1.

Таблиця 1. Морфометрические показатели оз. Ниджилли

№	Показатели	Данные по [2]	Данные ЛОЗ ЯГУ [3]	
			2006	2008
1.	Площадь поверхности озера, га	11515	10800	12657,04
2.	Площадь зеркала воды, га	11434	10721	12622,23
3.	Площадь островов, га	81	79	34,81
4.	Длина, км	33,5	31,85	31,86
5.	Ширина макс., км	5,7	5,6	5,7
6.	Ширина средняя, км	-	3,39	3,1
7.	Глубина максимальная, м	6,7	ок. 8*	9,2
8.	Глубина средняя, м	-	3,0	2,96
9.	Высота нуля графика от уровня моря, м	109,54	109,54	109,54
10.	Прозрачность воды, м	0,5	0,4-1,7	0,4-0,9
11.	Длина береговой линии по урезу воды, км	-	84,2	-
12.	Площадь водосбора, км ²	1010**	-	-
13.	Объем воды, млн. м ³	-	-	373,6182

* – по опросным данным; ** – по данным на 1990 г.

Всего в Ниджилли впадают 12 водотоков с сезонным стоком, из них наиболее многоводны впадающая с юго-запада речка Харыйа и с юго-востока – речка Кюнкюй. С северной стороны из озера вытекает речка Сиэн, впадающая в озеро Люксюгюн, которая, в свою очередь, соединяется с речкой Дьороон, впадающей в р. Вилюй вблизи метеостанции Хатырык Хомо. На северо-западной стороне озера имеется бэрэ – отделившийся (или присоединившийся) залив длиной 3 км и шириной 0,5 км. Озеро имеет два острова: Малый (площадь – 7 га) и Большой (площадь – 74 га) [3, С. 16]. Оба острова низкие, их высоты на 0,5-2,0 м выше от уровня озера. На Большом острове растут лиственница, береза, имеются сенокосные луга.

Озеро имеет эрозионно-термокарстовое происхождение, котловина озера образовалась в результате эрозионно-аккумулятивной деятельности р. Вилюй и последующего преобразования остаточного водоема в ходе формирования и протаивания подземных льдов или льдистых грунтов в переувлажненных староречных и приозёрных ландшафтах. [3, С. 20]

Уровенный режим озера Ниджилли характеризуется весенне-летними подъемами, вызываемыми притоками воды от снеготаяния и дождевых осадков. Под влиянием западных и северо-западных ветров наблюдаются нагонные повышения уровня с амплитудой до 0,8 м.

Первые ледовые образования (забереги) на озере Ниджилли отмечаются в третьей декаде сентября. Осенние ветры, дующие вдоль озера, перемешивая воду, препятствуют образованию ледяного покрова на поверхности озера, способствуя переохлаждению воды и потере накопленных за лето теплозапасов. Ледостав на озере Ниджилли наступает в первой декаде, в отдельные годы (1965-1966 г., 1967-1968 г.) во второй декаде октября; крайние даты – 30 сентября и 15 октября. Процесс

ледообразования происходит в течение 3-15 дней. Продолжительность ледостава в среднем составляет около 240 дней. После установления ледостава толщина ледового покрова быстро нарастает, чему способствуют осеннее переохлаждение воды и сдувание осенними сильными и частыми ветрами снежного покрова со льда озера. Весной первые подвижки льда происходят в третьей декаде мая. Свободным ото льда озеро становится обычно во второй декаде июня. [4, С. 619-654; 5, С. 467-504; 6, С. 463-501]

В связи со значительной площадью зеркала воды гидрохимические исследования озера проведены по 8 гидрологическим участкам (2008 г.): Бэс Тумусах, Хахыйах Тумусах, Мас Тумус, Чэй Тумусах, Буор Тумусах, Тиит Булун, Мохсоголлоох, Батах, р. Сиэн в летний период.

Химические анализы воды озер проводились по общепринятым в гидрохимии гостированным методикам. С озера были отобраны поверхностные и придонные пробы воды. Определения физических свойств и газового состава воды проводились непосредственно на месте отбора проб. Для стационарных лабораторных анализов пробы отбирались в полиэтиленовые 1-1,5 литровые бутылки, обработанные 10% раствором HNO_3 . Пробы воды консервировались в соответствии с требованиями.

В лабораторных условиях состав озерных вод изучался химико-аналитическими и спектроскопическими методами (табл. 2). Спектроскопические анализы проводились с помощью «Лаборатории контроля воды» на основе спектрометра «Lamba-20» (Perkin-Elmer).

Таблица 2. Методы определения гидрохимических показателей качества воды

Показатели	Методы определения
Запах, цветность, мутность	Органолептический
pH	Потенциометрия
HCO_3^- , CO_3^{2-} , CO_2 , щелочность, кислотность	Титриметрия:
Перманганатная окисляемость, O_2 (раств.), БПК ₅	– ацидиметрия
Ca^{2+} , общая жесткость, SO_4^{2-} , HS^-	– редоксиметрия
Cl^-	– комплексометрия
$\text{Fe}_{\text{общ}}$, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-}	– осадительная
Na^+ + K^+ , Mg^{2+} , общая минерализация	Спектрофотометрия
	<i>Расчетный</i>

Исследованное озеро имеет максимальную глубину до 9,2 м и характеризуется достаточно отчетливой вертикальной температурной стратификацией в летний период. В период исследования отмечалось массовое развитие фито- и зоопланктонных организмов, что способствовало уменьшению прозрачности воды озера (0,9-1,5 м). Ослабление интенсивности света с глубиной в мутной воде приводит к большому поглощению солнечной энергии вблизи поверхности. Появление более теплой воды у поверхности уменьшает перенос кислорода из воздуха в воду, снижает плотность воды. Уменьшение потока

света также снижает эффективность фотосинтеза и биологическую продуктивность водоема.

Газовый режим водоема в летнее время характеризуется высоким процентом насыщения толщ воды кислородом, малым количеством сероводорода и оптимальным содержанием двуокиси углерода для протекания процесса фотосинтеза. Процент насыщения в поверхностных слоях воды достигает 170 %, в придонных слоях – 74 %. В придонных слоях воды зафиксировано большое количество CO_2 (114, 4 мг/л), в поверхностных слоях – в количестве 6,4-6,6 мг/л, что способствует образованию кислорода в процессе фотосинтеза. При осеннем перемешивании водной массы содержание свободного CO_2 колеблется в пределах 0,88-2,64 мг/л, а рН выражается величиной 7,3-7,6. В марте-апреле (при ледоставе) количество свободного CO_2 достигает 22,4-40,0 мг/л, рН имеет величину 6,5-6,9. Весной содержание свободного CO_2 снижается, сохраняясь лишь в восточной части озера, подпитываемой болотными водами. В этот период наблюдается наличие свободного CO_2 и связанное с его количеством колебание величин рН.

Сероводород в водоеме образуется почти исключительно биологическим путем, за счет деятельности различных бактерий. Для водного населения он вреден как косвенно, так и непосредственно. Для многих гидробионтов он смертелен даже в самых малых дозах. Образование больших количеств сероводорода может вызвать заморы. Помимо серных бактерий сероводород окисляют фотосинтезирующие пурпурные и некоторые виды зеленых бактерий, использующие сероводород в качестве донора водорода и спасающие тем самым население водоема.

В период открытой воды водородный показатель рН в поверхностном слое составляет от 6,55 до 6,80 и является нейтральной. Летом в связи с сильным цветением воды величина рН в поверхностном слое воды повышается, смещаясь в щелочную сторону до 9,2.

По данным химических анализов выяснилось, что при температуре воды выше 4°C средний показатель содержания элементов значительно ниже по сравнению с нормами ПДК. Показатели содержания большинства растворимых химических элементов значительно ниже по сравнению с нормативными показателями ПДК, кроме ионов аммония и окисляемости (табл. 3). Превышение концентрации аммонийного азота уровня ПДК зафиксировано по некоторым участкам исследования. В озеро азот аммонийный попадает с пастбищ, с бытовыми стоками и при гниении растительных остатков, опада, детрита.

Превышение ПДК также отмечено по величине перманганатной окисляемости в летний период 2008 г. Высокие показатели окисляемости можно объяснить бурным развитием фито- и зоопланктонов и связанным с ним биохимическим разложением органических веществ в период исследования. Это подтверждается показателями БПК₅ (от 4,89 до 6,06 мг O_2 /л) и железа (1 мг/л в придонных слоях воды). Необходимо отметить,

что несоответствие к качеству воды озера Ниджили имеет сезонную тенденцию.

Таблица 3. Некоторые химические показатели воды озера Ниджили в период открытой воды (пределы изменений по участкам)

Показатели	Значения
Водородный показатель (pH)	6,55 - 8,00
Общая минерализация, мг/л	50,09 - 103,95
Жесткость общая, ммоль/дм ³	0,36 - 2,0
Кальций (Ca ²⁺), мг/л	0,4 - 11,2
Магний (Mg ²⁺), мг/л	2,43 - 10,25
Сумма ионов калия и натрия (Na ⁺ + K ⁺), мг/л	2,3 - 13,91
Гидрокарбонаты (HCO ₃ ⁻), мг/л	2,0 - 67,1
Хлориды (Cl ⁻), мг/л	0,11 - 7,1
Сульфаты (SO ₄ ²⁻), мг/л	0,3 - 6,0
Нитриты (NO ₂ ⁻), мг/л	0,0 - 0,0021
Аммоний (NH ₄ ⁺), мг/л	0,055 - 0,7
Железо (Fe ³⁺), мг/л	0,045 - 0,1
Кремний (SiO ₃ ²⁻), мг/л	0,0026 - 0,25

Массовое развитие и отмирание (короткий жизненный цикл) фито- и зоопланктонных организмов способствуют повышению показателей окисляемости, т.к. при биохимическом разложении происходит насыщение толщ воды органическими веществами. Нагревание толщ воды способствует усилению процесса фотосинтеза, что свою очередь приводит к смещению водородного показателя воды (pH) в щелочную сторону.

Жесткость воды озера Ниджили колеблется от 0,2 до 2,0 ммоль/л, относится к «мягким» водам и имеет магниевый характер.

Таблица 4. Распределение химических элементов воды озера Ниджили (мкг/г)

Компо- нент	Гидрологические участки			Компо- нент	Гидрологические участки		
	Хахыйах Тумусах	Мас Тумусах	Чэй Тумусах		Хахыйах Тумусах	Мас Тумусах	Чэй Тумусах
Ti	0,0397	0,0239	н/чувст.	Zn	0,1329	0,1195	0,07695
V	0,0053	0,0359	0,00513	Y	н/чувст.	0,0239	н/чувст.
Cr	0,0264	0,0048	н/чувст.	Mo	0,0397	0,0478	0,02565
Mn	0,026	0,0717	0,02565	Ag	0,02645	0,0239	н/чувст.
Ni	0,0079	0,0478	0,0179	Sn	н/чувст.	0,0239	н/чувст.
Cu	0,0529	0,0167	0,00513				

Кроме того, в работе изучено распределение 11 элементов: Ti, V, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Y, Mo, Ag, Sn в участках отбора проб воды озера. Элементный состав проведен в Аналитическом центре Геологического института СО РАН методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Анализ данных (мкг/г) воды показывает, что концентрация в воде изученных тяжелых металлов по участкам озера имеют некоторые колебания (табл. 4).

Гидрохимический состав воды озера гидрокарбонатно-кальциевый. Анализы показывают, что колебания гидрохимического состава по площади озера незначительны. Общая минерализация озера варьирует от 50,09 до 104 мг/л. Вода озера Ниджили по гидрохимической классификации О.А. Алекина [7] имеет гидрокарбонатный класс натриевой группы II типа и по минерализации относится к «пресным» водам.

По результатам анализа проведенных работ в разное время разными исследователями можно высказать следующие соображения о современном состоянии озера Ниджили и возможности реконструкции существующей системы водообменности в целях оптимизационных преобразований его экологических условий:

- Озеро Ниджили – вследствие накопления больших запасов воды в настоящее время характеризуется запаздыванием раннелетнего прогрева воды и относительным ослаблением прогреваемости водной толщи летом.

- В формировании гидрохимического состава озера не маловажное значение играют впадающие в него воды 12 притоков.

- Зоопланктон озера Ниджили включает 24 разновидности. Среди них – ветвистоусые рачки (13 видов), веслоногие рачки (7 видов), коловратки (4 вида). Преобладающее большинство составляют циклопы, диаптомусты, дафнии. Зообентос представлен личинками хирономид, моллюсками, хидорусами, олигохетами, гаммаридами и пиявками. В составе донной фауны отмечено 8 групп беспозвоночных. [8, С. 126]

- Ихтиофауна представлена 3-мя видами стенобионтных рыб: голяном, пескарем и карасем. Промысловой рыбой является карась. В пробных сетевых уловах отмечены рыбы в возрасте от 6 до 10 лет, наиболее часто встречались девяти- и десятилетние особи (62,7%), что говорит об относительно стабильном состоянии популяции. [9, С. 56]

- На уровень воды решающее влияние оказывает дамба, сооружённая на речке Сиэн, осуществляющий сток из озера. Максимальные уровни воды в настоящее время по сравнению с 1960-ми годами повысились примерно на 50-110 см, минимальные – на 60-95 см [8, С. 78]. В прежние годы наибольшего уровня вода в озере достигала в июне месяце, тогда как в настоящее время этот период смещен на июль. Продолжительность ледостава в настоящее время по сравнению с 1960-ми годами уменьшилась и, соответственно, увеличилась продолжительность свободного ото льда периода. Толщина льда по сравнению с годами 40-летней давности уменьшилась (на 25-35 см).

В заключении хочется отметить, что только реконструкция существующей плотины, снижение уровня плотины сможет регулировать сток и водный баланс озера Ниджили. Это позволит оптимизировать уровень озера, восстановить нерестилища, сенокосы и пастбища озера, древостой побережья, стабилизировать половозрастной состав, упитанность и продуктивность рыбного населения озера и в целом

улучшить экологическое состояние уникального озера Ниджили в Республике Саха (Якутия).

1. Дабаан. 23.07.1997. № 79. С. 2.
2. Озеро Ниджили / К.Н. Титова [и др.]. – Якутск: Якуткнигоиздат, 1966. – 60 с.
3. Об управлении водными ресурсами озера Ниджили / И.И. Жирков [и др.] // Управление водохозяйственным комплексом РС(Я), задачи на ближайшие 10 лет: материалы науч.-практ. конф. – Якутск, 2009. – С. 40-47.
4. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. – 2000. – Выпуск 16. – Якутск: Росгидромет, 2004. – С. 619-654.
5. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. – Том 1. – 2001. – Якутск: Росгидромет, 2005. – С. 467-504.
6. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. – Том 1. – Выпуск 16. – 2002. Якутск: Росгидромет, 2005. – С. 463-501.
7. Алекин, О. А. Основы гидрохимии / О. А. Алекин. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 443 с.
8. Кириллов, Ф.Н. Промысловые рыбы Якутии / Ф. Н. Кириллов. – М.: Научный мир, 2002. – 193 с.
9. Отработать биотехнику искусственного воспроизводства карася в озерах Центральной Якутии // Отчет ДБР МОП РС (Я), рук. В. Е. Иванова. – Якутск, 1990.