

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ (НА ПРИМЕРЕ ООПТ ОЗЕРА БАЙКАЛА)

**ИВАНОВА Дарья Сергеевна**

студент магистратуры

Иркутский государственный университет путей сообщения

Инженер в лаборатории гидрогеологии

Институт земной коры СО РАН

**РЫЖКИНА Татьяна Сергеевна**

студент магистратуры

Иркутский государственный университет путей сообщения

г. Иркутск, Россия

*Сравнительный расчёт индекса загрязнения воды прибрежной зоны Байкала по санитарным (СанПиН) и экосистемным (Приказ Минприроды № 83) нормативам выявил контраст: вода «чистая» по гигиеническим и «чрезвычайно грязная» по экологическим критериям. Это обосновывает приоритет природоохранных нормативов при мониторинге особо охраняемых природных территорий, точнее оценивающих риски для уникальной экосистемы.*

**Ключевые слова:** поверхностные воды, химический состав, ионно-солевой состав, геоэкологическая оценка, антропогенная нагрузка.

Исследуемый участок протяжённостью 1,6 км от реки Похабиха до железнодорожной станции «Слюдянка 2» расположен в границах особо охраняемой природной территории и включает прибрежную зону озера Байкал и Слюдянские озёра. Несмотря на охранный статус, территория подвержена антропогенной нагрузке от Восточно-Сибирской железной дороги, сезонного автотранспорта и туристов. Низкий фон загрязнителей требует высокоточных методов анализа ионно-солевого состава. В августе 2024 г. отобраны пробы воды для гидрохимических исследований.

Работа является частью геоэкологического исследования побережья Байкала. Цель – сравнение методик расчёта ИЗВ по СанПиН 1.2.3685-21 и Приказу Минприроды № 83. Выявленные расхождения позволят выбрать подход, точнее оценивающий экологические риски при сверхнизком фоне загрязнителей. Результаты станут основой мониторинга охраняемой акватории.

Отбор проб проведён по ГОСТ Р 59024–2020 (<https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=470433>) в рекреационных зонах побережья и устьях водотоков. Анализ выполнен в Институте земной коры СО РАН. Определены катионы (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>,

Mg<sup>2+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Fe общ.) и анионы (Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, F<sup>-</sup>).

Воды Байкала относятся к гидрокарбонатному кальциевому типу с минерализацией 0,1 г/дм<sup>3</sup> (ультрапресные по Е.В. Пиннекеру [2]). Формула Курлова:

$$M_{0,1} \frac{HCO_3^- 87 SO_4^{2-} 8}{Ca^{2+} 73 Mg^{2+} 13 Na^+ 12} pH 7.5$$

Доминируют Ca<sup>2+</sup> (73 %) и Mg<sup>2+</sup> (13 %), среди анионов – HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (87 %). Сульфаты в незначительных количествах, pH нейтральный.

Вода Слюдянского озера – гидрокарбонатный кальциево-магниевый тип, минерализация 0,47 г/дм<sup>3</sup> (умеренно пресные [2]). Формула Курлова:

$$M_{0,47} \frac{HCO_3^- 76 SO_4^{2-} 16 NO_3^- 5}{Ca^{2+} 56 Mg^{2+} 33 Na^+ 6} pH 8$$

Основные катионы – Ca<sup>2+</sup> (56 %) и Mg<sup>2+</sup> (33 %), анион – HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (76 %). Повышенные сульфаты (16 %) и нитраты (5 %) обусловлены изоляцией водоёма и локальными геохимико-антропогенными факторами. Воды умеренно щелочные.

Для оценки химического загрязнения воды использовался индекс загрязнённости (ИЗВ), рассчитываемый по формуле [1]:

$$\text{ИЗВ} = \left( \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right) / 6$$

где n – число определяемых веществ,  $C_i$  и ПДК $_i$  – концентрация и предельно допустимая концентрация i-го компонента.

Таблица 1

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ  
К КАЧЕСТВУ ВОДНОЙ СРЕДЫ**

Элемент	Приказ Минприроды России от 21 февраля 2020 года N 83				СанПиН 01.2.3685-21			
	С	ПДК	ИЗВ	ИЗВ (ср)	С	ПДК	ИЗВ	ИЗВ (ср)
<b>Озеро Байкал</b>								
Fe <sup>3+</sup>	0,10	0,00053	188,68	84,41	0,10	-	-	0,12
K <sup>+</sup>	1,07	7,00000	0,15		1,07	-	-	
Na <sup>+</sup>	3,22	3,55000	0,91		3,22	-	-	
Cl <sup>-</sup>	2,13	0,47000	4,53		2,13	350,0	0,006	
Mg <sup>2+</sup>	1,82	50,00000	0,04		1,82	50,0	0,036	
Br <sup>-</sup>	0,10	0,20000	0,50		0,10	0,2	0,500	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	5,00	5,53000	0,90		5,00	500,0	0,010	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,30	0,00100	300,00		0,30	3,0	0,100	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,44	0,57000	0,77		0,44	45,0	0,010	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,10	0,01	10,00		0,10	1,5	0,067	
<b>Слюдянское озеро</b>								
Fe <sup>3+</sup>	5,15	0,00053	9716,98	1625,86	5,15	-	-	0,37
K <sup>+</sup>	2,23	7,00000	0,32		2,23	-	-	
Na <sup>+</sup>	7,30	20,00000	0,37		7,30	-	-	
Cl <sup>-</sup>	5,67	0,47000	12,06		5,67	350,0	0,016	
Mg <sup>2+</sup>	22,25	50,00000	0,45		22,25	50,0	0,445	
Br <sup>-</sup>	0,24	0,20000	1,20		0,24	0,2	1,200	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	43,00	5,53000	7,78		43,00	500,0	0,086	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,10	0,60000	0,17		0,10	3,0	0,033	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	17,52	3,00000	5,84		17,52	45,0	0,389	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,10	0,01	10,00		0,10	1,5	0,067	

Сравнение ИЗВ показало значимые различия вод Байкала и Слюдянского озера. По Приказу Минприроды № 83 ИЗВ составил 84,41 для прибрежных вод Байкала и 1625,86 для Слюдянского озера (в 19 раз выше). Обе отнесены к классу VII «чрезвычайно грязные», но с разным вкладом загрязнителей: в Байкале доминируют нитриты и железо, в Слюдянском – критично железо. По СанПиН 1.2.3685-21 значения ИЗВ низкие (0,12 и 0,37) – класс «чистые», вода безопасна. Расхождение оценок отражает высокую чувствительность байкальской экосистемы к малым концентрациям

поллютантов. Повышенная минерализация и сульфаты в Слюдянском озере обусловлены замедленным водообменом.

Выбор методики меняет оценку качества воды: гигиенические нормативы скрывают экологические риски, а критерии Минприроды объективно отражают нагрузку на экосистему Байкала, что обосновывает их приоритет при мониторинге ООПТ. Результаты подтверждают недостаточность текущих мер при росте антропогенной нагрузки и станут основой для долгосрочного мониторинга и разработки мер охраны водоёма.

Лабораторные измерения показателя рН выполнены потенциометрическим методом в день доставки проб в ЦКП «Геодинамика и геохронология» (ИЗК СО РАН, г. Иркутск) с использованием лабораторного иономера Эксперт-001. Ионы  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$  в пробах

воды проанализирован методом пламенной фотометрии. Элементный анализ воды, предварительно профильтрованной на вакуумной установке SARTORIUS через фильтры с порами 0.45 мкм, выполнен рентгенофлуоресцентным методом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лазарев, И. С. Проблемы нормирования качества поверхностных вод: методики, пример / И. С. Лазарев, Ж. Ю. Кочетова, В. А. Бударина [и др.] // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». – 2021. – Т. 16. – С. 79-90.
2. Основы гидрогеологии. Гидрогеохимия / С. Л. Шварцев, Е. В. Пиннекер, А. И. Перельман [и др.]. – Новосибирск : Наука, 1982. – 287 с.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODOLOGICAL APPROACHES TO DETERMINING THE WATER POLLUTION INDEX: A CASE STUDY OF THE LAKE BAIKAL SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREA

**IVANOVA Darya Sergeevna**

Graduate Student

Irkutsk State Transport University

Engineer at the Hydrogeology Laboratory

Institute of the Earth's Crust of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

**RYZHKINA T.S.**

Graduate Student

Irkutsk State Transport University

Irkutsk, Russia

*A comparative assessment of the Water Pollution Index (WPI) for the coastal zone of Lake Baikal, based on sanitary (SanPiN) and ecological (Order No. 83 of the Ministry of Natural Resources) standards, revealed a stark contrast: the water is classified as «clean» by hygienic criteria but «extremely polluted» under ecological standards. This justifies prioritizing environmental regulations for monitoring specially protected natural areas, as they more accurately assess risks to this unique ecosystem.*

**Keywords:** surface and ground water, chemical composition, ion-salt composition, geocological assessment, anthropogenic load.