

# ЧТЕНИЯ ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА ЯКОВЛЕВИЧА ЛЕВАНИДОВА

## Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings

2025

Вып. 11

<https://doi.org/10.25221/levanidov.11.23>

<https://elibrary.ru/wcvnxv>

### ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗ. КУЛТУЧНОЕ (Г. ПЕТРОПАВЛОВСК-КАМЧАТСКИЙ) ПО КОМПЛЕКСУ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

В.Г. Эльчапаров

*Государственный научный центр Российской Федерации. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Камчатский филиал (КамчатНИРО), ул. Набережная, 18, г. Петропавловск-Камчатский, 683000, Россия.  
E-mail: v.elchaparov@kamniro.vniro.ru*

Приведена оценка экологического состояния оз. Култучное по комплексу гидробиологических и гидрохимических показателей. На основании полученных оценок, по каждому из комплексов, определен неблагополучный статус озерной экосистемы и неудовлетворительное качество поверхностных вод.

### ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF LAKE KULTUCHNOE (PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKY) BY A COMPLEX OF HYDROBIOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL INDICATORS

V.G. Elchaparov

*State Scientific Center of the Russian Federation. Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, Kamchatka branch (KamchatNIRO), Naberezhnaya Str., 18, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000, Russia. E-mail: v.elchaparov@kamniro.vniro.ru*

The ecological state of Lake Kultuchnoye is assessed using a set of hydrobiological and hydrochemical indicators. Based on the assessments obtained, the unfavorable status of the lake ecosystem and the unsatisfactory quality of surface waters are determined for each of the complexes.

#### Введение

Бассейн оз. Култучное, состоящий из двух акваторий, расположен на юго-восточном тихоокеанском побережье Камчатского края, на северо-восточном участке берега Авачинской губы. Озеро отделено от морской акватории галечной косой, через которую проходит узкая и короткая протока. Озеро Култучное (большая и малая акватории) пресное, отсутствует разделение по слоям (термоклин, хемоклин и т. д. отсутствует). Средняя глубина оз. Култучное составляет 5,1 м, а оз. Култучное (малое) – 1,0 м.

Результатом проведенных в 90-х гг. XX в. дноуглубительных работ стало отторжение северо-западного участка акватории озера насыпной дамбой и, как следствие, формирование малой акватории (далее – оз. Култучное (малое)).

Озерная система антропогенно трансформирована в силу многолетней урбанизации. Так, за последние 75 лет площадь водного зеркала сократилась ориентировочно на 66 %, а речная система притоков была переведена в городскую ливневую

канализацию, что привело к ухудшению качества поверхностных вод (Гаврилов, 2017).

Озеро расположено в историческом центре г. Петропавловск-Камчатский, что обуславливает вовлеченность акватории и водосбора в процесс переформирования современного облика краевой столицы. Прибрежная территория оз. Култучное используется для спортивной, рекреационной и экономической деятельности. Согласно «Стратегии социально-экономического развития Камчатского края до 2035 года» основополагающей миссией является экологическое благополучие, основанное на создании безопасной и благоприятной окружающей среды, позволяющей сохранять и развивать биологическое разнообразие и природные ресурсы в условиях экологически ориентированного роста экономики (Стратегия, 2023).

С другой стороны, осуществление различных видов хозяйственной и иной деятельности допускается при условии соответствия качества поверхностных вод утвержденным требованиям, соответственно, оценка современного экологического статуса экосистемы оз. Култучное имеет важное социально-экономическое значение для развития исторического центра Камчатского края.

Оценка экологического состояния водоемов, в том числе расположенных в пределах городских поселений, обычно проводится исходя из осуществляемых видов водопользования, а применительно к бас. оз. Култучное необходимо рассматривать рекреационное водопользование. Следуя положениям Стратегии... (2023), преобразованиям озерных берегов, например, постройка экотропы, а также фактам многочисленных культурных мероприятий, проводимых ежегодно на берегах оз. Култучное, то данный водоем должен соответствовать установленным экологическим требованиям безопасности для здоровья человека и в целом отвечать критериям экологического благополучия водного объекта. Исходя из осуществляемых в разные промежутки времени видов водопользования, то и подходы к экологическим оценкам данного водоема менялись.

Цель нашего исследования дать экологическую характеристику оз. Култучное в 2024 г., как рекреационного водоема, по комплексу показателей.

### **Материалы и методы**

Для оценки экологического состояния оз. Култучное по комплексу показателей основывались на нормативных документах: ГОСТ 17.1.3.07-82\*, Р 52.24.763-2012 и СанПиН 1.2.3685-21, согласно которым список показателей включает в себя данные гидрохимических, гидробиологических (фитопланктон, зоопланктон, зообентос), микробиологических исследований и визуальные наблюдения.

Комплексный сбор материала был проведен однократно 28.05.2024 оз. Култучное и 20.06.2024 оз. Култучное (малое). Температура воды, в день отбора, в оз. Култучное составляла – 8,0 °C, в оз. Култучное малое – 13,0 °C. Гидробиологические и гидрохимические пробы в оз. Култучное были отобраны на 3-х станциях, формирующих меридиональный разрез и расположенных над впадинами донного рельефа (рис. 1), а в оз. Култучное (малое) на 2-х станциях, равномерно удаленных друг от друга (рис. 2А). Всего было собрано 8 проб фитопланктона; 5 проб зоопланктона; 8 проб зообентоса (из них 3 в профундации озера и 5 на литорали); 8 микробиологических проб. Одновременно со сбором проб обращали внимание на запах, исходящий от воды, наличие нефтяной пленки и мусора на поверхности воды.

Гидробиологические, микробиологические и гидрохимические пробы отобраны стандартными методами и обработаны профильными специалистами Камчатского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО». Результаты этих исследований опубликованы

в настоящем сборнике (Лепская, Эльчапаров, 2025; Бонк, Эльчапаров, 2025; Хивренко Эльчапаров, 2025; Походина и др., 2025) и частично ранее (Лепская и др., 2024; Устименко, 2025). Данные из этих публикаций и послужили материалом для экологической оценки оз. Култучное в 2024 г.

Классификация озер по трофному статусу осуществлено по количественным показателям развития фитопланктона и зообентоса (Китаев, 2007).

Оценка экологического состояния оз. Култучное и оз. Култучное (малое) по комплексу показателей провели согласно рекомендациям Росгидромета (Р 52.24.763–2012, 2012). В нее были включены данные по фитопланктону, зоопланктону, зообентосу, физико-химическим и микробиологическим показателям.

Классификация показателей приведена применительно к трем состояниям водных экосистем (ранги 1, 2 и 3), а именно: 1 – относительно удовлетворительное состояние; 2 – чрезвычайная экологическая ситуация и 3 – экологическое бедствие. Значения показателей, которые не соответствуют классификации одного из предложенных трех состояний, приведены промежуточными значениями, что соответствует 1–2 или 2–3. Согласно Рекомендациям... (Р 52.24.763-2012) любое ранжирование параметров в классификации, и в особенности зоны перехода из одного ранга в другой, являются условными. По разным показателям, характеристикам и параметрам оценка может не совпадать, поэтому окончательное заключение проведено по наихудшему варианту.

## Результаты

**Фитопланктон.** Видовой список фитопланктона оз. Култучное и оз. Култучное (малое) приведен вместе с индивидуальными индексами сапробности в работах Е.В. Лепской с соавторами (Лепская и др., 2024; Лепская, Эльчапаров, 2025 настоящий сборник). Подавляющее большинство водорослей в оз. Култучное (60–86 %) и акватории оз. Култучное (малое) (69–83 %) – это виды, индивидуальный индекс сапробности которых лежит в пределах от 2,0 до 3,0, формируя группу мезосапробионтов (рис. 3).

Индекс сапробности рассчитан только для оз. Култучное. Он равен 2,08, что соответствует III классу качества воды и характеризует водоем как умеренно загрязненный (ГОСТ 17.1.3.07-82\*). Для оз. Култучное (малое) такой показатель рассчитать пока не получилось из-за недостатка данных (Лепская, Эльчапаров, 2025, настоящий сборник).

По среднему значению биомассы фитопланктона  $2,5 \text{ г}/\text{м}^3$  оз. Култучное можно отнести к  $\beta$ -мезотрофному типу. Озеро Култучное (малое) по этому же показателю ( $2,9 \text{ г}/\text{м}^3$ ) находится в переходной стадии от  $\alpha$ -мезотрофного к  $\alpha$ -евтрофному типу, однако доминирование зеленых водорослей указывает на  $\alpha$ -евтрофный тип (табл. 1).

**Зоопланктон.** Видовой список и индивидуальные индексы сапробности организмов зоопланктона приведены в работе (Бонк, Эльчапарова, 2025, настоящий сборник). В оз. Култучное в момент отбора проб примерно в равных долях обитали олиго-сапробионты и  $\beta$ -сапробионты. Тогда как в оз. Култучное (малое) практически все организмы находятся в группе  $\beta$ -сапробионтов (рис. 4).

Индекс сапробности, как оз. Култучное – 1,74, так и оз. Култучное (малое) – 2,0, укладывается в интервал 1,51–2,50, что соответствует  $\beta$ -мезосапробной зоне (Руководство..., 1983) и характеризует степень загрязненности воды в водоемах как умеренно загрязненную или воду III класса чистоты (ГОСТ 17.1.3.07-82\*).

**Зообентос.** Список групп и таксонов гидробионтов, найденных в бентосе в 2024 г., приведен в работе (Хивренко, Эльчапаров, 2025, настоящий сборник).

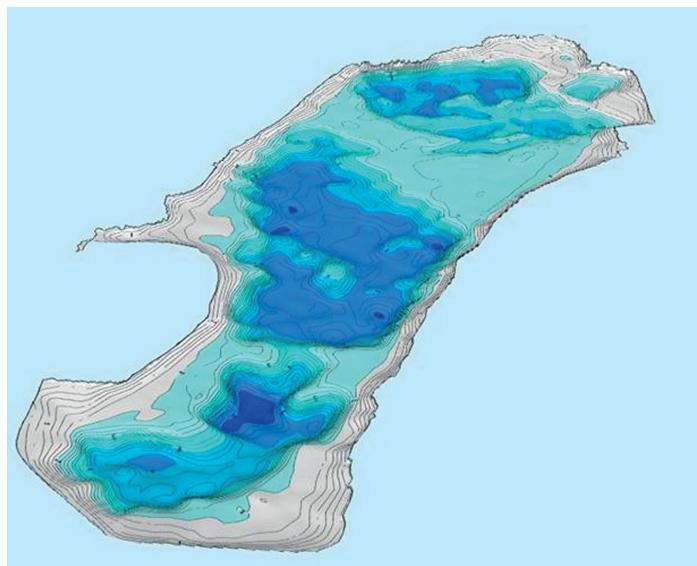


Рис. 1. Цифровая 3D модель ложа оз. Култучное

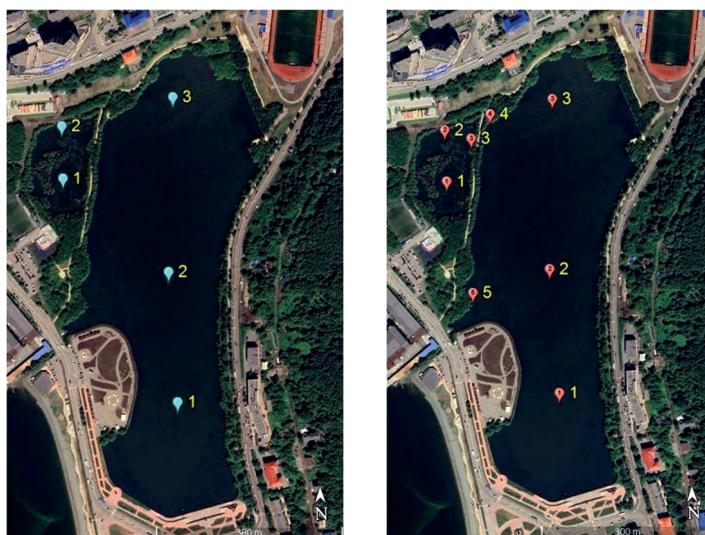


Рис. 2. Схемы расположения гидробиологических станций на оз. Култучное и оз. Култучное (малое) в 2024 г.: А – планктонные, микробиологические и гидрохимические станции; Б – бентосные станции



Рис. 3. Распределение планктонных водорослей по группам сапробности

Таблица 1

**Трофный статус исследованных водоемов по биомассе фитопланктона**

№ станции	оз. Култучное	оз. Култучное (малое)
Приповерхностный слой		
1	2,99 г/м <sup>3</sup> – β-мезотрофный тип	1,0 г/м <sup>3</sup> – α-мезотрофный тип
2	3,14 г/м <sup>3</sup> – β-мезотрофный тип	4,7 г/м <sup>3</sup> – α-евтрофный тип
3	4,23 г/м <sup>3</sup> – α-евтрофный тип	-
Придонный слой		
1	1,65 г/м <sup>3</sup> – α-мезотрофный тип	-
2	1,83 г/м <sup>3</sup> – α-мезотрофный тип	-
3	1,00 г/м <sup>3</sup> – α-мезотрофный тип	-

В целом, для оз. Култучное и оз. Култучное (малое) в бентосе численно доминируют олигохеты – 54,3 % и 72,7 %, соответственно (рис. 5).

По среднему значению биомассы макрозообентоса 69 г/м<sup>2</sup> оз. Култучное можно отнести к α-политрофному типу. Озеро Култучное (малое) по среднему значению биомассы макрозообентоса 144 г/м<sup>2</sup> также относится к α-политрофному типу (табл. 2).

Таблица 2

**Трофный статус водоемов по биомассе макрозообентоса**

№ станции	оз. Култучное	оз. Култучное (малое)
1	271 г/м <sup>2</sup> – α-политрофный тип	130 г/м <sup>2</sup> – α-политрофный тип
2	11 г/м <sup>2</sup> – α-евтрофный тип	126 г/м <sup>2</sup> – α-политрофный тип
3	6 г/м <sup>2</sup> – β-мезотрофный тип	178 г/м <sup>2</sup> – α-политрофный тип
4	11 г/м <sup>2</sup> – α- евтрофный тип	–
5	48 г/м <sup>2</sup> – α-политрофный тип	–

В целях определения качества воды басс. оз. Култучное по зообентосу был применен олигохетный индекс (пункт 3 приложения 3 ГОСТ 17.1.3.07-82\*). Результаты расчетов олигохетного индекса показали, что оз. Култучное и оз. Култучное (малое) относятся к полисапробной зоне, что соответствует классам качества воды – V и промежуточному значению – IV–V, соответственно (табл. 3).

Таблица 3

**Результаты расчета олигохетного индекса, %**

Класс качества	Степень загрязненности	Олигохетный индекс, %	
		Согласно ГОСТ 17.1.3.07-82*	Результаты расчета
оз. Култучное			
V	Грязные	66–85	78,5
оз. Култучное (малое)			
IV–V	Загрязненные / Грязные	51–65	57,9



Рис. 4. Распределение организмов зоопланктона по группам сапробности

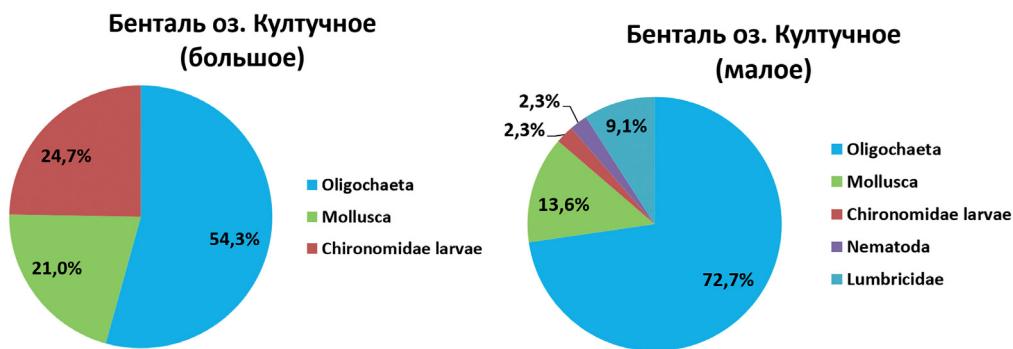


Рис. 5. Таксономическая структура бентоса

*Микробиологические показатели.* Однократный отбор проб в оз. Култучное и оз. Култучное (малое) для микробиологических исследований и их тестирование дали неоднозначные результаты (табл. 4). Приведены фоновые данные «КамчатНИРО» за 2024 г., любезно предоставленные Устименко Е.А.

Таблица 4

#### Результаты оценки качества воды по гидробиологическим показателям

Станция	ОМЧ, 37 °C КОЕ/см <sup>3</sup>	ОМЧ, 22 °C КОЕ/см <sup>3</sup>	ОКБ, в том числе <i>E. coli</i> КОЕ/100 см <sup>3</sup>	Энтерококки, <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>E. faecium</i> КОЕ/100 см <sup>3</sup>	Споры сульфит-редуцирующих клостридий
оз. Култучное					
1п	$2,2 \times 10^2$	$2,6 \times 10^3$	$2,6 \times 10^3$	19	обнаружены
1д	$2,1 \times 10^2$	$2,8 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$	38	обнаружены
2п	$3,9 \times 10^2$	$4,8 \times 10^3$	$3,7 \times 10^3$	17	обнаружены
2д	$3,3 \times 10^2$	$5,5 \times 10^3$	$3,7 \times 10^3$	116	обнаружены
3п	$3,3 \times 10^2$	$4,0 \times 10^3$	$4,1 \times 10^3$	28	обнаружены
3д	$5,3 \times 10^2$	$5,0 \times 10^3$	$6,3 \times 10^3$	166	обнаружены
оз. Култучное (малое)					
1	$0,8 \times 10^2$	$0,9 \times 10^3$	$0,4 \times 10^3$	9	обнаружены
2	$0,9 \times 10^2$	$0,4 \times 10^3$	$0,8 \times 10^2$	2	обнаружены

Примечание: п – приповерхностный слой, д – придонный слой.

Содержание индикаторных микроорганизмов (Устименко, 2025) в пробах воды из оз. Култучное превышало предельно-допустимые значения, регламентируемые санитарными правилами и нормами (СанПиН 1.2.3685-21) безопасности воды поверхностных водоемов. Следовательно, качество воды не соответствовало утвержденным санитарно-эпидемиологическим нормативам культурно-бытового, в том числе рекреационного водопользования. При этом микробиологические показатели воды оз. Култучное (малое) находились либо в пределах, либо на верхней границе нормы (СанПиН 1.2.3685-21). Для объяснения данного факта необходимы дополнительные микробиологические исследования не только водоема, но и территории водосбора, вероятно, с расширением исследуемых показателей.

*Гидрохимические показатели.* Результаты гидрохимических исследований оз. Култучное и оз. Култучное (малое) (Походина и др., 2025 настоящий сборник) показали, что средние для приповерхностного и придонного слоя озерных вод концентрации анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ), сульфатов, нитритов, нитратов, водородного показателя (рН), фенолов и растворенного кислорода соответствуют установленным санитарным требованиям (СанПиН 1.2.3685-21). Усредненные концентрации химических веществ указаны в таблице 5.

По таким характеристикам, как химическое потребление кислорода и нефтепродукты в обоих водоемах, отмечено значительное превышение ПДК (табл. 5). Превышение ПДК по такому показателю, как биологическое потребление кислорода за 5 суток, найдено только в оз. Култучное (малое), что не соответствует его благополучной характеристики по микробиологическим показателям.

*Оценка экологического состояния басс. оз. Култучное* проведена по совокупности всех исследованных характеристик (фито- и зоопланктон, макрообентос, микробиологические показатели и химический состав воды), а также по трофности водоемов.

Необходимо отметить, что государственные основные стандарты и рекомендации не имеют обязательного характера, а являются рекомендованными подходами к оценке.

Таблица 5

**Усредненные концентрации химических веществ и свойств воды по водоемам**

Наименование показателя	оз. Култучное		оз. Култучное (малое)	ПДК для рекреационных водоемов
	Приповерхностный слой	Придонный слой		
АПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	0,03	0,03	0,03	0,5
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	21,7	22,3	24,0	500
Нитриты, мг/дм <sup>3</sup>	0,057	0,055	0,060	3
Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	0,35	0,25	0,29	45,0
Азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	1,93	1,44	1,60	1,5
Водородный показатель, рН	7,8	7,8	8,0	6,0–9,0
Биохимическое потребление кислорода БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	1,7	4,0	4,5	4,0
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	1,3	1,4	1,7	0,1
Фенолы летучие, мг/дм <sup>3</sup>	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	—
Химическое потребление кислорода (ХПК), мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	326	124	148	30,0
Растворенный кислород, мг/дм <sup>3</sup>	10,2	10,3	12,3	Не менее 4,0 в любой период года

Обобщенный вывод об экологическом статусе басс. оз. Култучное, испытывающего современные антропогенные нагрузки, основан на полученных в ходе исследований количественных и качественных показателей, которые согласно Рекомендациям... (Р 52.24.763-2012), разделены на физико-химический и биологический комплексы.

Оценка состояния водной экосистемы по комплексу физико-химических показателей приведена в таблице 6, а по комплексу гидробиологических показателей – в таблице 7.

Следует подчеркнуть, что есть расхождения в ранжировании экологического состояния водоемов по ряду показателей, таких как: концентрации растворенного кислорода и водородный показатель. По показателю концентрации растворенного кислорода водоем ранжируется как условно чистый, но насыщенность озерных вод кислородом связана с целым рядом биотических и абиотических факторов, таких как:

- ветровой режим, и, как следствие, активное поверхностное нагонное течение (турбулентное перемешивание) и конвективное (температурное) перемешивание водоема;

- малые глубины водоемов и отсутствие разделения водных масс на слои способствуют полному перемешиванию водных масс;

Таблица 6  
Комплексная оценка по физико-химическим показателям

Наименование показателя	Значение показателя		Ранжирование показателей в соответствии с Р 52.24.763-2012	
	оз. Култучное, приповерхностный / придонный слой	оз. Култучное (малое)	оз. Култучное	оз. Култучное (малое)
Класс качества воды по ИЗВ (Походина и др., настоящий сборник)	4	4	2	2
Концентрация азота аммония, мг/дм <sup>3</sup>	1,93 / 1,44	1,6	2	2
Концентрация азота нитритов, мг/дм <sup>3</sup>	0,057 / 0,055	0,06	2	2
Концентрация азота нитратов, мг/дм <sup>3</sup>	0,35 / 0,25	0,29	1–2	1
БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	1,7 / 4,0*	4,5	1–2	1–2
Концентрация растворенного кислорода, мг/дм <sup>3</sup>	10,2 / 10,3	12,3	1	1
pH	7,8 / 7,8	8,0	1	1
Пленка на поверхности воды	Обнаруживалась часто	Обнаруживалась часто	2	2
Запах, баллы	1	1	2	2
Общая оценка по комплексу характеристик:			2	2

\* на станции 3 в придонном слое концентрация БПК5 составила 8,1 мг/дм<sup>3</sup>, что соответствует рангу 2

Таблица 7

## Комплексная оценка по гидробиологическим показателям

Наименование показателя	Значение показателя		Ранжирование показателей в соответствии с Р 52.24.763-2012	
	оз. Култучное	оз. Култучное (малое)	оз. Култучное	оз. Култучное (малое)
Класс качества воды по планктонным показателям	III класс	III класс	1-2	1-2
Индекс сапробности	1,74	2,0	1-2	1-2
Класс качества воды по макрозообентосу	V класс	IV–V класс	3	2
Олигохетный индекс, %	90	72	3	2
Биомасса фитопланктона, г/м <sup>3</sup>	2,5	2,85	1-2	1-2
Трофность по фитопланктону и зоопланктону	b	a	1-2	2
Трофность по макрозообентосу	a	a	3	3
Сапробность по фитопланктону и зоопланктону	β-мезосапробные воды	β-мезосапробные воды	1-2	1-2
Сапробность по бентосу	полисапробные воды	полисапробные воды	3	3
Общая оценка по комплексу характеристик:			2	2

- пониженная температура озерных вод в период исследований, которая составляла 8,0 °С и 13,0 °С для оз. Култучное и оз. Култучное (малое), соответственно;
- сбор гидрохимических проб осуществлялся в безоблачную погоду и был приурочен к началу вегетационного периода фитопланктона, что обуславливало его фотосинтезирующую активность.

По совокупности полученных в ходе исследований физико-химических показателей (табл. 6) можно сделать вывод, что экологический статус оз. Култучное и оз. Култучное (малое) соответствует рангу 2 – чрезвычайная экологическая ситуация.

Расхождения, которые могли бы существенно повлиять на результаты оценки экологического статуса водоемов по комплексу гидробиологических показателей, отсутствуют, т. к. показателей, соответствующих рангу 1, нет. Переходный ранг от 1 (относительно удовлетворительное состояние) до 2 (чрезвычайная экологическая ситуация) по показателям фито- и зоопланктона свидетельствует о сложившейся неблагоприятной экологической ситуации. В целом, по совокупности полученных в ходе исследований качественных и количественных гидробиологических показателей (табл. 7) можно сделать вывод, что экологический статус оз. Култучное и оз. Култучное (малое) соответствуют рангу 2 – чрезвычайная экологическая ситуация.

Основываясь на полученных результатах обобщенной оценки экологического состояния водоемов, можно прийти к заключению о том, что экосистема басс. оз. Култучное находится в чрезвычайной экологической ситуации. Согласно

Рекомендациям... (Р 52.24.763-2012) чрезвычайная экологическая ситуация характеризуется устойчивыми отрицательными изменениями водной среды и представляет угрозу для здоровья населения, что соотносится с результатами проведенных исследований.

### Литература

- Гаврилов С.В.** 2017. Озеро, город и горожане // Экологическое состояние озера Култучное, меры по его улучшению и возможности хозяйственного использования. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 6–33.
- ГОСТ 17.1.3.07-82\*** Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля воды водоемов и водотоков: дата введения 1982-05-19. – Москва: Госстандарт СССР, 1982. – 10 с.
- Китаев С.П.** 2007. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов / Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. – 395 с.
- Методические указания МУК 4.2.3963-23. 2023.** Бактериологические методы исследования воды: дата введения 2023-12-01. Москва: Росприроднадзор, – 121 с.
- Методические указания по санитарно-бактериологической оценке рыбохозяйственных водоемов: дата введения 1999-09-27. 1999.** Москва: Минсельхозпрод, 15 с.
- Лепская Е.В., Тепнин О.Б., Эльчапаров В.Г.** 2024. Фитопланктон рекреационных озер Петропавловска-Камчатского как показатель их экологического состояния // Рыбохозяйственная наука. История, современность, перспективы. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию Санкт-Петербургского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга»). Москва: ВНИРО. С. 309–313.
- Об утверждении стратегии социально-экономического развития Камчатского края до 2035 года: Постановление Правительства Камчатского края от 30.10.2023 № 541-П // СПС КонсультантПлюс. 2025.** (дата обращения: 13.04.2025)
- Р 52.24.763-2012. Рекомендации. Оценка состояния пресноводных экосистем по комплексу химико-биологических показателей: дата введения 2012.04.03.** Москва: Росгидромет, 2012. // СПС КонсультантПлюс. 2025. (дата обращения: 13.04.2025)
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений 1983.** Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды; под ред. канд. биол. наук В.А. Абакумов. Ленинград: Гидрометеоиздат, 318 с.
- СанПиН 1.2.3685- 21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: дата введения 20.03.2023. Москва: Главный санитарный врач, 2021. – 469 с.**
- Устименко Е.А. 2025.** Санитарно-микробиологические показатели воды оз. Култучное (Камчатка) // Всероссийская конференция «Чтения памяти профессора Владимира Яковлевича Леванидова». Владивосток: ИП И.В. Мироманова. – С. 72.
- Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».**
- Эльчапаров В.Г., Лепская Е.В., Бонк Т.В., Сергеенко Н.В., Устименко Е.А., Хивренко Д.Ю., Походина М.А. 2025.** Оценка экологического состояния оз. Култучное (г. Петропавловск-Камчатский) по гидробиологическим и гидрохимическим показателям // Всероссийская конференция «Чтения памяти профессора Владимира Яковлевича Леванидова». Владивосток: ИП И.В. Мироманова, 2025. С. 82.