

## ВЛИЯНИЕ ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА МАНЖЕРОКСКОЕ (РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ)

**Д.М. Безматерных, В.В. Кириллов, С.Н. Балыкин,  
М.И. Ковешников, А.В. Дьяченко, Г.М. Медникова**

E-mail: bezmater@iwep.ru

*ФГБУН «Институт водных и экологических проблем*

*Сибирского отделения Российской академии наук», г. Барнаул, Россия*

**АННОТАЦИЯ:** Приведены результаты комплексной оценки современного экологического состояния озера Манжерокское (Майминский район, Республика Алтай, Российская Федерация), являющегося рекреационным объектом и памятником природы. Обследование проведено в августе 2018 г. через две недели после окончания дноуглубительных работ в рамках реализации проекта экологической реабилитации водоема. Исследованы морфометрические, гидрофизические и гидрохимические показатели озера. Отмечено, что произошло увеличение глубины озера (максимальная глубина увеличилась более чем на 2 м, до 5,66 м) и объема воды (более чем в 2 раза, до 1,16 млн м<sup>3</sup>), что в дальнейшем должно привести к улучшению кислородного режима и снижению поступления биогенных веществ.

Донные отложения представлены грунтами с высоким содержанием органического углерода (до 56,2±2,9 мг/дм<sup>3</sup>) и органического вещества (до 112,3±10,2 мг/дм<sup>3</sup>), преобладающим компонентом отложений является детрит и органический ил (сапропель). Вода озера на всех изученных участках и глубинах загрязнена взмученными органическими илами. Концентрация взвешенных веществ достигала 4,6 г/дм<sup>3</sup>, прозрачность по диску Секки упала до 0,5 см. Вертикальное распределение взвешенных веществ свидетельствовало о протекающем процессе их осаждения. Качество воды озера по химическим показателям оценивалось как неудовлетворительное, что обусловлено негативными последствиями дноуглубительных работ. Качество вод не соответствовало требованиям, предъявляемым к водным объектам, используемым для рекреационного водопользования.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** оз. Манжерокское, качество воды, гидрохимия, восстановление водоемов, рекреационное водопользование, донные отложения.

© Безматерных Д.М., Кириллов В.В., Балыкин С.Н., Ковешников М.И., Дьяченко А.В., Медникова Г.М., 2020

Озеро Манжерокское (Манжерок) – памятник природы регионального значения с 1978 г., его статус утвержден Постановлением Правительства Республики Алтай от 16.02.1997 г., позднее Постановлением Правительства Республики Алтай от 27.06.2007 г. № 126 «О памятнике природы республиканского значения «Озеро Манжерокское» подтвержден статус памятника природы республиканского значения.

Озеро расположено на правом берегу р. Катунь на частично залесенной высокой надпойменной террасе у подножия гор Синюха и Малая Синюха. Впадина озера лежит на отметке около 373 м над уровнем моря. Из озера вытекает ручей Озёрный, который впадает в р. Едрала – правый приток Катунь. Ручей Озёрный перегорожен дамбой. Территориально оз. Манжерокское находится в Майминском районе Республики Алтай в 38 км к юго-западу от г. Горно-Алтайска, в 0,5 км от с. Озерное [1–3].

С юго-востока водоема активно развивается горнолыжный комплекс «Манжерок»: строятся административные и жилые здания. Здесь произрастают смешанные леса первой категории (делювиально-пролювиальный шлейф и склоны г. Синюха). С северо-запада – в 50 м от береговой линии – находится полоса молодых лесопосадок из тополя, за ними – заброшенные хмельники и старые пашни поясом от 300–400 до 1000 м, далее, до русла р. Катунь и с. Манжерок, природные сосновые леса первой категории [4]. На озеро, как и на другие небольшие озера предгорий Алтая (Ая и Колыванское), оказывается большая рекреационная нагрузка, что в настоящее время является причиной их неудовлетворительного экологического состояния [1, 5–7].

В 2017–2018 гг. с целью реабилитации оз. Манжерокское, замедления застарения и заполнения его чаши илами с высоким содержанием органического вещества был реализован проект его расчистки и дноуглубления.

#### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Проведена батиметрическая съемка оз. Манжерокское с использованием промерного эхолота со встроенным GPS-GLONASS приемником ПЭЛ-200. Отбор проб донных отложений и воды озера произведен 8 августа 2018 г. (спустя две недели после завершения дноуглубительных работ) на пяти участках (Т1–Т5) (рис. 1) и в картах намыва изъятых грунтов (Т6). Материал для исследований отбирали и обрабатывали по стандартным методикам [8, 9]. Прозрачность замеряли по белому диску Секки. Пробы воды отбирали пятилитровым батометром. В центре озера (участок Т2) отбор производили с глубины 1, 2, 5 и 4,6 м; на других участках – только с глубины 1 м. Донные отложения отбирали дночерпателем Петерсена (площадь захвата 1/40 м<sup>2</sup>). Камеральная обработка проб выполнена в лаборатории биогеохимии и в Химико-аналитическом центре ИВЭП СО РАН.



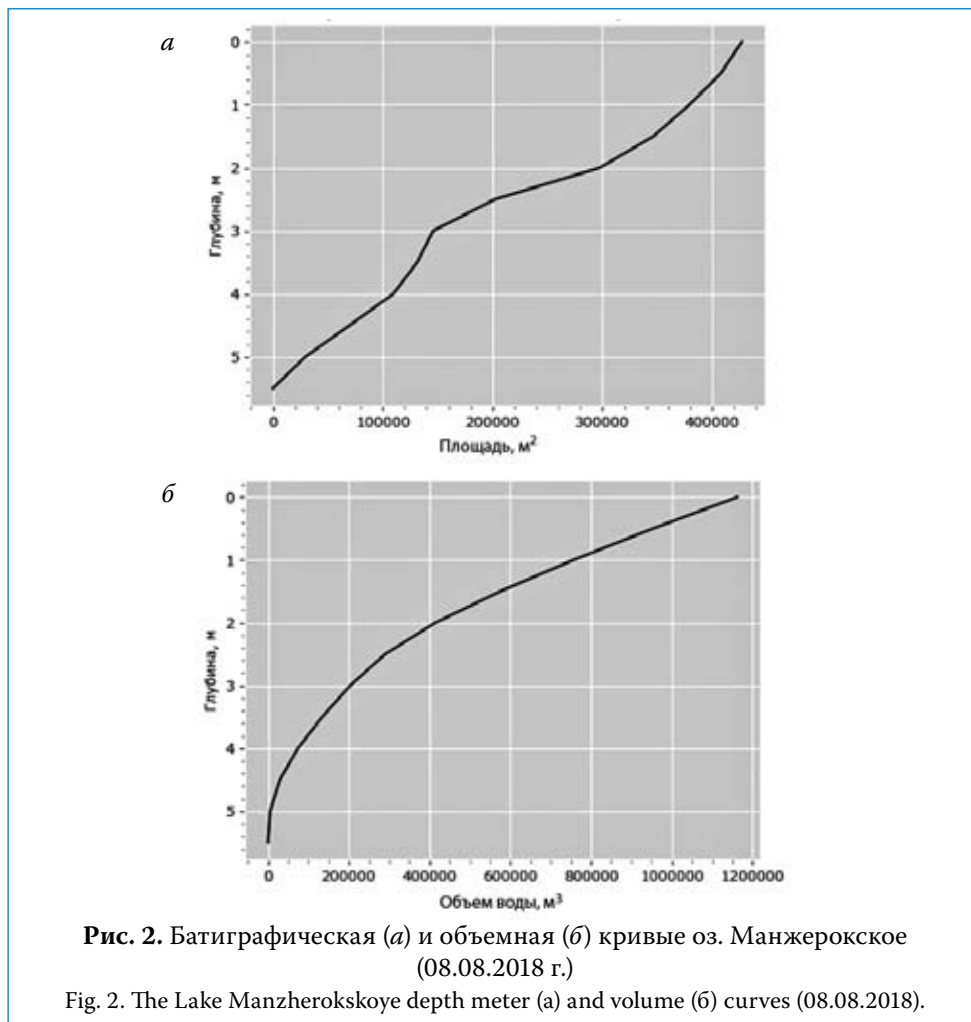
**Рис. 1.** Картосхема оз. Манжерокское: станции отбора проб Т1–Т6.  
Fig. 1. Schematic map of the Lake Manzherkское: sampling stations T1–T6.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Современные морфометрические характеристики оз. Манжерокское: длина с учетом юго-западного и северо-восточного заливов составляет 2 100 м, средняя ширина (отношение площади зеркала озера к его длине) – 203 м, максимальная ширина озера – 430 м, длина береговой линии – 5 470 м, площадь зеркала воды – 426 851 м<sup>2</sup>, объем воды (рассчитан по методу усеченного конуса) – 1 161 648 м<sup>3</sup>, коэффициент развития береговой линии – 2,36, максимальная глубина озера – 5,66 м, средняя глубина – 2,72 м, средний уклон дна – 0,053, истинная поверхность дна – 427 457 м<sup>2</sup>, коэффициент относительной глубины – 3,6, глубина центра тяжести – 1,72 м, показатель формы котловины озера – 1,58 (рис. 2).

В опубликованных до проведения восстановительных работ данных длина озера указывалась значительно меньше – 1112 м (весной длина озера временно достигала 1500–1700 м). Ширина приводилась в пределах 240–430 м; площадь озера 376 000–380 000 м<sup>2</sup>. Объем воды составлял 810 312 м<sup>3</sup>. Максимальная глубина – до 3 м, в марте 2007 г. – 2,2 м. Указывается, что в последние годы береговая линия озера отступила от прежней границы на 10–15, а местами на 100–120 м [1–4, 10–13]. Непосредственно перед дноуглубительными работами оз. Манжерокское имело следующие характеристики: площадь – 350,4 тыс. м<sup>2</sup>, длина – 1 082 м, ширина – 430 м, сред-

ная глубина – 1,5 м, максимальная глубина – 3 м, объем воды – 568 600 м<sup>3</sup>, протяженность береговой линии – 2 590 м. Морфометрические показатели поверхности водоема значительно увеличились в результате разработки юго-западного и северо-восточного заливов оз. Манжерокское в процессе дноуглубительных работ.



Таким образом, реализация проекта экологической реабилитации оз. Манжерокское в 2018 г. привела к увеличению его глубины и объема воды, что в дальнейшем должно улучшить кислородный режим и условия зимовки рыб. Увеличение объема озера также сократит удельную биогенную нагрузку [14, 15].

Результаты гранулометрического анализа донных отложений (в соответствии с ГОСТ 12536-79 [16]) представлены в табл. 1. В грунтах в основном преобладал мелкий песок и мелкий детрит фракцией 0,25–0,05 мм (по классификации ГОСТ 17.1.2.04-77 [17]).

**Таблица 1.** Гранулометрический состав донных отложений оз. Манжерокское (08.08.2018 г.)

Table 1. The Lake Manzherokskoye bottom sediments grain-size composition (08.08.2018)

Размер частиц (фракция), мм	Станции отбора проб, % фракции					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1 – 0,25	<b>42,2±2,1*</b>	9,8±0,5	5,0±0,3	24,9±1,3	<b>30,1±1,5</b>	9,9±0,5
0,25 – 0,05	<b>40,7±2,0</b>	<b>36,6±1,8</b>	23,8±1,2	<b>31,6±1,8</b>	15,7±0,8	<b>53,7±2,7</b>
0,05 – 0,01	5,4±0,3	26,0±1,3	<b>28,8±1,4</b>	13,3±0,7	19,2±1,0	11,6±0,6
0,01 – 0,005	8,1±0,4	9,6±0,5	11,0±0,6	8,7±0,4	10,4±0,5	9,0±0,5
0,005 – 0,001	1,2±0,1	10,4±0,5	19,7±1,0	16,5±0,83	17,2±0,9	11,9±0,6
< 0,001	2,4±0,1	7,7±0,4	11,8±0,6	5,1±0,3	7,4±0,4	3,8±0,2

*Примечание:* \* – жирным шрифтом выделена преобладающая фракция.

Учитывая значительное содержание (за исключением T1, пляж) в донных отложениях органического вещества и органического углерода, преобладающим компонентом отложений является детрит и органический ил (табл. 2), что подтверждается визуальными наблюдениями.

Что касается пространственного распределения взвешенных веществ, их содержание в воде озера в августе 2018 г. достигало высоких значений практически на всей акватории (4,0–4,6 г/дм<sup>3</sup>), наибольшая концентрация отмечена в центральной части. Даже в отстойнике (в картах намыва, T6) их было значительно меньше (0,6 г/дм<sup>3</sup>). Вертикальное распределение взвешенных веществ оценено в центре озера, оно характеризовалось увеличением их содержания с глубиной: 4,6 г/дм<sup>3</sup> – у поверхности, в средних слоях (2,5 м) – 6,5 г/дм<sup>3</sup>, у дна (4,6 м) – 6,9 г/дм<sup>3</sup>, что, вероятно, свидетельствовало о процессе их отстаивания.

Прозрачность воды по диску Секки на различных участках озера колебалась в пределах 0,5–2 см, в T6 > 6 см (до дна). Согласно классификациям озер по прозрачности воды разных авторов, данные показатели соответствуют «очень низкому классу прозрачности», что характерно для эвтрофных, полигуменных, политрофных и дистрофных водоемов [18]. Ранее прозрачность воды озера составляла 1,0–1,5 м [11] или 0,6–1,8 м [13], т. е. можно

**Таблица 2.** Органический углерод ( $C_{\text{орг}}$ ) и органическое вещество (ОВ) в водной вытяжке донных отложений оз. Манжерокское (08.08.2018 г.)  
**Table 2.** Organic carbon ( $C_{\text{орг}}$ ) and organic matter (ОВ) in the Lake Manzherokskoye bottom sediments aqueous extract (08.08.2018)

Станции отбора проб	$C_{\text{орг}}$ , мг/дм <sup>3*</sup>	ОВ, мг/дм <sup>3*</sup>
T1	5,7±1,8	11,4±2,1
T2	16,1±1,2	32,2±3,8
T3	36,0±1,2	72,0±7,0
T4	56,2±2,9	112,3±10,2
T5	44,9±2,4	89,8±8,4
T6	63,2±3,1	126,4±11,3

*Примечание:* \* – рассчитаны с помощью коэффициентов, исходя из величины ХПК (РД 52.24.421).

констатировать значительное загрязнение воды взвешенными веществами на всех участках озера после проведения дноуглубительных работ.

Физико-химические и химические показатели качества воды оз. Манжерокское (фильтрованной и нефилтрованной) представлены в табл. 3. Данные свидетельствуют, что почти все взвешенное вещество в воде являлось органическим и, вероятно, представляло собой частицы взмученного сапропеля. Согласно представленным в табл. 3 гидрофизическим и гидрохимическим данным, вода озера по величинам рН и ХПК, содержанию фосфатов и нефтепродуктов не соответствовала требованиям, предъявляемым к водным объектам, используемым для рекреационного водопользования [19]. Норматив ХПК (в нефилтрованной воде) за счет взвешенных органических частиц превышен на порядок.

Пониженная величина рН в оз. Манжерокское, очевидно, связана со слабым процессом фотосинтеза в крайне мутной воде и поступлением гуминовых кислот из донных отложений в результате проведения дноуглубительных работ. Ранее по величине рН (7,4) реакция водной среды в озере была близка к нейтральной [11]. Высокую величину ХПК, в основном, определяют взвешенные в воде органические вещества взмученного сапропеля.

Фосфаты по СанПиН 2.1.4.1074-01 [20] отнесены к 3 классу опасности (опасны по органолептическому признаку): ПДК<sub>вх</sub> – 3,5 мг/л, ПДК<sub>рх</sub> – 0,2 мг/л. В данном случае значительно превышен ПДК<sub>рх</sub>. Повышенная концентрация фосфатов в воде оз. Манжерокское, вероятно, связана с их поступлением из донных отложений при проведении дноуглубительных работ. Нарастание концентрации соединений фосфатов в воде нарушает биологическое равновесие и может привести к процессам эвтрофикации

**Таблица 3.** Физико-химические и химические показатели качества воды оз. Манжерокское (08.08.2018 г.)  
Table 3. Physical/chemical and chemical indicators of the Lake Manzherokskoye water quality (08.08.2018)

Показатели качества воды*	Станции отбора проб (глубина отбора проб, м)										Нормативная документация на метод химического анализа
	T1 (1)	T2/1 (1)	T2/2 (2,5)	T2/3 (4,6)	T3 (1)	T4 (1)	T5 (1)	T6 (1)			
Водородный показатель, pH	6,2±0,2	6,0±0,2	5,7±0,2	6,1±0,2	6,1±0,2	6,1±0,2	6,1±0,2	6,7±0,2	6,1±0,2	6,1±0,2	ПНД Ф 14.1.2:3:4.121-97
Нитрит-ион, мг/л <sup>3</sup>	<0,033	<0,033	<0,033	0,137±0,022	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033	РА 52.24.381-2006
Нитрат-ион, мг/л <sup>3</sup>	7,41±0,89	7,01±0,84	8,52±1,02	5,97±0,72	6,20±0,74	6,94±0,83	7,01±0,08	1,95±0,33	7,01±0,08	1,95±0,33	ПНД Ф 14.1:2:4.4-95
Аммоний, мг/л <sup>3</sup>	0,33±0,10	0,33±0,10	0,40±0,12	0,44±0,13	0,34±0,10	0,30±0,09	0,27±0,08	0,48±0,14	0,27±0,08	0,48±0,14	ПНД Ф 14.1:2:4.262-2010
Фосфаты, мг/л <sup>3</sup>	0,014±0,001	<b>0,316±0,032</b>	0,149±0,015	<b>0,283±0,028</b>	<b>0,283±0,028</b>	<b>0,283±0,028</b>	<b>0,417±0,042</b>	<b>0,356±0,036</b>	<b>0,417±0,042</b>	<b>0,356±0,036</b>	ГОСТ 10671.6-74
Нефтепродукты, мг/л <sup>3</sup>	<b>0,24±0,08</b>	<b>0,15±0,0</b>	<b>0,25±0,09</b>	<b>0,4±0,1</b>	<b>0,07±0,02</b>	<b>0,10±0,04</b>	<b>0,09±0,03</b>	0,006±0,003	<b>0,09±0,03</b>	0,006±0,003	ПНД Ф 14.1.2:4.128-98
ХПК, мгО/л <sup>3</sup>	10,0±1,7	5,7±2,2	5,7±2,2	7,2±2,3	8,6±2,5	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	РА 52.24.421
опр., мг/л <sup>3</sup>	3,8±1,0	2,1±0,7	2,1±0,7	2,7±0,7	3,2±0,7	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	Расчитан с помощью коэффициента, исходя из величины ХПК (РА 52.24.421)
Органическое вещество, мг/л <sup>3</sup>	7,5±1,8	4,3±1,5	4,3±1,5	5,4±1,6	6,4±1,7	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	Расчитан с помощью коэффициента, исходя из величины ХПК (РА 52.24.421)
ХПК нефильтрованной воды, мг/л <sup>3</sup>	190,5±19,7	181,9±19,8	262,1±27,8	342,2±35,8	181,9±19,8	187,6±20,4	190,5±20,7	53,0±6,9	190,5±20,7	53,0±6,9	РА 52.24.421
Сорг в нефильтрованной воде, мг/л <sup>3</sup>	71,4±3,5	68,2±3,4	98,3±4,5	128,3±5,7	68,2±3,3	70,3±3,4	71,4±3,5	19,9±1,4	71,4±3,5	19,9±1,4	Расчитан с помощью коэффициента, исходя из величины ХПК (РА 52.24.421)
Органическое вещество в нефильтрованной воде, мг/л <sup>3</sup>	142,8±12,6	136,4±12,1	196,5±16,9	256,7±21,7	136,4±12,1	140,7±12,5	142,8±12,6	39,7±4,4	142,8±12,6	39,7±4,4	Расчитан с помощью коэффициента, исходя из величины ХПК (РА 52.24.421)

*Примечание:* жирным шрифтом выделены показатели, превышающие нормативы; \* – если не указано иное, определяли в профильтрованной воде.



водоема, т. е. к резкому повышению его биологической продуктивности, в частности, к «цветению» воды [21].

Нефтепродукты в озеро могли попасть как при проведении строительных работ, так и из донных отложений (продукты распада растительности). Нефтепродукты относятся к веществам 3 класса опасности (Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20). Накопление долгоживущих ароматических углеводородов в системе «вода – грунт – биота» повышает общий мутагенно-канцерогенный фон водных объектов [22]. ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения (ПДК<sub>рх</sub>) составляет 0,05 мг/л, а ПДК для водных объектов питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования (ПДК<sub>вх</sub>) – 0,3 мг/л. Оба значения в воде озера превышены. Следует отметить, что в предшествующий проведению дноуглубительных работ период в озерной воде также было отмечено превышение ПДК для нефтепродуктов в 2–6 раз [12].

Таким образом, качество воды оз. Манжерокское по физическим и химическим показателям является неудовлетворительным, в т. ч. это обусловлено негативными последствиями проведенных дноуглубительных работ. Для принятия дальнейших решений по реабилитации нарушенной экосистемы озера необходимо проводить его мониторинг по гидрофизическим, гидрохимическим, гидробиологическим и санитарно-микробиологическим показателям ежегодно, перед началом и в конце рекреационного периода.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация проекта экологической реабилитации оз. Манжерокское в 2018 г. привела к увеличению его глубины (максимальная глубина озера после реализации проекта – 5,66 м, до выполнения – не более 3 м) и увеличению объема воды (современный объем – 1,16 млн м<sup>3</sup>, ранее – 0,569 млн м<sup>3</sup>).

После проведения дноуглубительных работ дно озера (за исключением отсыпанного песком пляжа) представлено грунтами с высоким содержанием органического вещества и органического углерода, преобладающим компонентом отложений является детрит и органический ил. Результаты исследования свидетельствуют о сильном загрязнении воды и донных отложений взмученными органическими илами (сапропелем) по всей акватории озера и на всех глубинах после реализации проекта расчистки и дноуглубления. Качество воды оценивается как неудовлетворительное, что также обусловлено негативными последствиями дноуглубительных работ. Вертикальное распределение взвешенных веществ свидетельствует о процессе их осаждения на дно. Использование озера в рекреационных целях в таком состоянии не представляется возможным.

Для принятия дальнейших решений по восстановлению разрушенной экосистемы оз. Манжерокское необходимо проводить мониторинг его экологического состояния.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Галахов В.П.* Водный баланс озера Манжерок // Мир науки, культуры, образования. 2008. № 1 (8). С. 26–29.
2. *Цимбалей Ю.М.* О геотехнических мерах в восстановлении и охране Манжерокского озера // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. 2014. № 35. С. 58–62.
3. *Русанов Г.Г., Важов С.В.* Нерешенные проблемы озер Манжерокское и Ая. Бийск: АГПУ им. В.М. Шукшина, 2017. 168 с.
4. *Цимбалей Ю.М.* Манжерокское озеро в Горном Алтае: современное состояние и перспективы рекреационного освоения // Известия Русского географического общества. 2009. Т. 141. Вып. 3. С. 56–62.
5. *Малолетко А.М. и др.* Озеро Ая и его окрестности (физико-географический очерк). Томск: Печатная мануфактура, 2004. 204 с.
6. *Клюкин М.А., Ротанова И.Н.* Проблемы рекреационных нагрузок береговых территорий озер Ая, Кольванское и Новосибирского водохранилища // Вестник Томского государственного университета. 2011. № 347. С. 185–190.
7. *Русанов Г.Г.* Экологические проблемы Кольванского озера и его окрестностей // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. 2016. № 2 (41). С. 56–64.
8. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 7. Ч. I. Гидрометеорологические наблюдения на озерах и водохранилищах. М.: Госкомгидромет, 1972. 261 с.
9. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Ч. 1 / под ред. Л.В. Боевой. Ростов-на-Дону, 2009. 1150 с.
10. *Селедцов Н.Г.* Айское, Манжерокское и Теньгинское озера Горного Алтая // Известия Алтайского отдела Географического Общества СССР. 1963. Вып. 2. С. 54–73.
11. Красная книга Республики Алтай. Особо охраняемые территории и объекты / ред. А.М. Маринин. Горно-Алтайск, 2000. 253 с.
12. *Цимбалей Ю.М.* Экологические проблемы рекреационного освоения озера Манжерокское (северный Алтай) // Мир науки, культуры, образования. 2008. № 2 (9). С. 22–26.
13. *Васина А.В.* Определение загрязнения озера Манжерок методами биоиндикации // Алтай: экология и природопользование. Мат–лы XIV российско-монгольской науч. конф. Бийск: АГАО, 2015. С. 312–317.
14. *Хендерсон-Селлерс Б., Маркленд Х.Б.* Умирающие озера. Причины и контроль антропогенного эвтрофирования: пер. с англ. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 279 с.
15. *Прыткова М.Я.* Научные основы и методы восстановления озерных экосистем при разных видах антропогенного воздействия. СПб.: Наука, 2002. 148 с.
16. ГОСТ 12536-79. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
17. ГОСТ 17.1.2.04-77. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов.

18. *Китаев С.П.* Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2007. 395 с.
19. СанПиН 2.1.5.980-00. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод (взамен СанПиН 4630-88) (с изм. от 25.09.2014 г.).
20. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения
21. *Гусева Т.В., Молчанова Я.П., Заика Е.А. и др.* Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. М.: Социально-эколог. союз, 2000. 148 с.
22. Михайлова Л.В. Особенности поведения водорастворимых фракций нефти в модельных опытах // Водные ресурсы. 1986. № 2. С. 125–134.

*Для цитирования:* Безматерных Д.М., Кириллов В.В., Балыкин С.Н., Ковешников М.И., Дьяченко А.В., Медникова Г.М. Влияние дноуглубительных работ на морфометрические характеристики, показатели качества воды и донных отложений озера Манжерокское (Республика Алтай) // Водное хозяйство России. 2020. № 1. С. 6-18.

**Сведения об авторах:**

**Безматерных Дмитрий Михайлович**, д-р биол. наук, доцент, заместитель директора по научной работе, ФГБУН «Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук» (ИВЭП СО РАН), Россия, 656038, Барнаул, ул. Молодежная, 1; e-mail: bezmater@iwer.ru

**Кириллов Владимир Викторович**, канд. биол. наук, доцент, заведующий лабораторией водной экологии, ФГБУН «Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук» (ИВЭП СО РАН), Россия, 656038, Барнаул, ул. Молодежная, 1; e-mail: vkiirilov@iwer.ru

**Балыкин Сергей Николаевич**, канд. биол. наук, старший научный сотрудник, лаборатория биогеохимии, ФГБУН «Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук» (ИВЭП СО РАН), Россия, 656038, Барнаул, ул. Молодежная, 1; e-mail: balykins@rambler.ru

**Ковешников Михаил Иванович**, канд. биол. наук, научный сотрудник, лаборатория водной экологии, ФГБУН «Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук» (ИВЭП СО РАН), Россия, 656038, Барнаул, ул. Молодежная, 1; e-mail: koveshnikov@iwer.ru

**Дьяченко Александр Владимирович**, научный сотрудник, лаборатория гидрологии и геоинформатики, ФГБУН «Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук» (ИВЭП СО РАН), Россия, 656038, Барнаул, ул. Молодежная, 1; e-mail: dychenko@iwer.ru

**Медникова Галина Михайловна**, ведущий инженер-технолог, лаборатория биогеохимии, ФГБУН «Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук» (ИВЭП СО РАН), Россия, 656038, Барнаул, ул. Молодежная, 1; e-mail: puzanov@iwer.ru

**CHANNEL DREDGING EFFECT ON MORPHOMETRIC FEATURES,  
INDICATORS OF WATER AND BOTTOM SEDIMENTS QUALITY  
OF THE LAKE MANZHEROKSKOYE (ALTAI REPUBLIC)****Dmitry M. Bezmaternykh, Vladimir V. Kirillov, Sergey N. Balykin,  
Mikhail I. Koveshnikov, Alexander V. Dyachenko, Galina M. Mednikova**

E-mail: bezmater@iwep.ru

*Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy  
of Sciences, Barnaul, Russia*

**Abstract:** The paper presents the results of a comprehensive assessment of the current ecological state of the important recreational object, i.e. Lake Manzherokskoye (Maiminsky region of the Altai Republic, the Russian Federation). The investigation was conducted in August 2018, just 2 weeks after the dredging works implemented in the framework of the environmental rehabilitation project. The studied morphometric, hydro/physical and hydro/chemical parameters of the reservoir are evidence of an increase in lake depth (with its maximum more than 2 m, up to 5.66 m) and water volume (more than 2 times, up to 1,16 million m<sup>3</sup>) that in the future will lead to the improved oxygen regime and the decreased inflow of biogenic matter. Bottom sediments are still represented by soils with a high content of organic carbon (up to 56,2±2.9 mg/dm<sup>3</sup>) and organic matter (up to 112.3±10,2 mg/dm<sup>3</sup>); detritus and organic silt (sapropel) dominate in the sediments. In all studied sites and depths of Lake Manzherokskoye, the water was polluted by roiled organic silts. The concentration of suspended solids reached 4.6 g/dm<sup>3</sup>, whereas transparency (by Secchi disk) dropped up to 0,5 cm. Vertical distribution of suspended substances points to the process of their deposition. Water quality of the lake is estimated as unsatisfactory because of the performed dredging works. Major pollutants of the lake water are phosphates (up to 0,417±0,042 mg/dm<sup>3</sup>), petroleum products (up to 0,4±0,1 mg/dm<sup>3</sup>) and organic substances (up to 342,2±35,8 mg O/dm<sup>3</sup> by unfiltered water COD); their concentrations exceed MAC significantly. Water quality does not meet the requirements imposed upon the water bodies used for recreational purposes.

**Key words:** lake, water quality, hydrochemistry, restoration, reservoir recreation, bottom sediments, morphometry.

**About the authors:**

Dmitry M. Bezmaternykh, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Deputy Director, Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 1, Molodezhnaya St., Barnaul, 656038, Russia; e-mail: bezmater@iwep.ru

Vladimir V. Kirillov, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of Aquatic Ecology, Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 1, Molodezhnaya St., Barnaul, 656038, Russia; e-mail: vkirillov@iwep.ru

Sergey N. Balykin, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Biogeochemistry, Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 1, Molodezhnaya St., Barnaul, 656038, Russia; e-mail: balykins@rambler.ru

Mikhail I. Koveshnikov, Candidate of Biological Sciences, Researcher of the Laboratory of Aquatic Ecology, Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 1, Molodezhnaya St., Barnaul, 656038, Russia; e-mail: koveshnikov@iwep.ru

Alexander V. Dyachenko, Researcher of the Laboratory of Hydrology and Geoinformatics, Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 1, Molodezhnaya St., Barnaul, 656038, Russia; e-mail: dyachenko@iwep.ru

Galina M. Mednikova, Principal Engineer-Techologist, Laboratory of Biogeochemistry, Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 1, Molodezhnaya St., Barnaul, 656038, Russia; e-mail: puzanov@iwep.ru

**For citation:** *Bezmaternykh D.M., Kirillov V.V., Balykin S.N., Koveshnikov M.I., Dyachenko A.V., Mednikova G.M. Channel Dredging Effect on Morphometric Features, Indicators of Water and Bottom Sediments Quality of the Lake Manzherokskoye (Altai Republic) // Water Sector of Russia. 2020. No. 1. P. 6-18.*

## REFERENCES

1. Galakhov V.P. Vodnyy balans ozera Manzherok [Water balance of Lake Manzherok] // Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya. 2008. № 1 (8). Pp. 26–29.
2. Tsimbaley Yu.M. O geotekhnicheskikh merakh v vosstanovlenii i okhrane Manzherokskogo ozera [On geotechnical measures in the restoration and protection of lake Manzherokskoye] // Izvestiya Altayskogo Otdeleniya Russkogo Geograficheskogo Obshchestva. 2014. № 35. Pp. 58–62.
3. Rusanov G.G., Vazhov S.V. Nereshonnyye problemy ozyor Manzherokskoye i Aya [Unsolved problems of lakes Manzherokskoye and Aya]. Biysk: AGGPU im. V.M. Shukshina, 2017. 168 p.
4. Tsimbaley Yu. M. Manzherokskoye ozero v Gornom Altaye: sovremennoye sostoyaniye i perspektivy rekreatsionnogo osvoyeniya [Lake Manzherok in the Altai Mountains: current status and prospects for recreational development] // Izvestiya Russkogo Geograficheskogo Obshchestva. 2009. T. 141, Vyp. 3. Pp. 56–62.
5. Maloletko A.M. i dr. Ozero Aya i yego okrestnosti (fiziko-geograficheskiy ocherk) [Lake Aya and its environs (physical-geographical sketch)]. Tomsk: Pechatnaya manufaktura, 2004. 204 p.
6. Klyukin M.A., Rotanova I.N. Problemy rekreatsionnykh nagruzok beregovykh territoriy ozer Aya, Kolyvanskoye i Novosibirskogo vodokhranilishcha [Problems of recreational loads on coastal areas of lakes Aya, Kolyvanskoye and Novosibirsk reservoir] // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. 2011. № 347. Pp. 185–190.
7. Rusanov G.G. Ekologicheskiye problemy Kolyvanskogo ozera i yego okrestnostey [Ecological problems of Lake Kolyvanskoye and its environs] // Izvestiya Altayskogo Otdeleniya Russkogo Geograficheskogo Obshchestva. 2016. № 2 (41). Pp. 56–64.
8. Nastavleniye gidrometeorologicheskim stantsiyam i postam. Vyp. 7. Chast' I. Gidrometeorologicheskiye nablyudeniya na ozerakh i vodokhranilishchakh [Instruction to hydrometeorological stations and posts. Issue 7. Part I. Hydrometeorological observations on lakes and reservoirs]. M.: Goskomgidromet, 1972. 261 p.
9. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu poverkhnostnykh vod sushi. Chast' 1 [Manual on chemical analysis of land surface waters. Part 1] / Pod red. L.V. Boyevoy. Rostov-na-Donu, 2009. 1150 p.
10. Seledtsov N.G. Ayskoye, Manzherokskoye i Ten'ginskoye ozora Gornogo Altaya [Lakes Ayskoye, Manzherokskoye and Tenginskoye in Altai Mountains] // Izvestiya Altayskogo otdela Geograficheskogo Obshchestva SSSR. 1963. Vyp. 2. Pp. 54–73.
11. Krasnaya Kniga Respubliki Altay. Osobo okhranyayemye territorii i ob'yekty [The Red Book of the Altai Republic. Specially protected areas and objects] / Red. A.M. Marinin. Gorno-Altaysk, 2000. 253 p.

12. *Tsimbaley Yu. M.* Ekologicheskiye problemy rekreatsionnogo osvoyeniya ozera Manzherokskoye (severniy Altay) [Environmental problems of recreational development of lake Manzherokskoye (Northern Altai)] // *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*. 2008. № 2 (9). Pp. 22–26.
13. *Vasina A.V.* Opredeleniye zagryazneniya ozera Manzherok metodami bioindikatsii // *Altay: ekologiya i prirodopol'zovaniye* [Assessment of Manzherokskoye lake pollution using bioindication methods]. *Mat–ly XIV Ross.-Mong. nauch. konf. Biysk: AGAO*, 2015. Pp. 312–317.
14. *Henderson-Sellers B., Marklend Kh.B.* Umirayushchiye ozyora. Prichiny i kontrol' antropogennogo evtrofirovaniya: Per. s angl. [Dying lakes. Causes and control of anthropogenic eutrophication: Trans. from English] L.: *Gidrometeoizdat*, 1990. 279 p.
15. *Prytkova M.Ya.* Nauchnye osnovy i metody vosstanovleniya oz'ernykh ekosistem pri raznykh vidakh antropogennogo vozdeystviya [Scientific basis and methods of restoration of lake ecosystems under different types of anthropogenic impact]. *SPb.: Nauka*, 2002. 148 p.
16. GOST 12536-79. Metody laboratornogo opredeleniya granulometricheskogo (zernovogo) i mikroagregatnogo sostava [Laboratory methods for determination of particle size and microaggregate composition].
17. GOST 17.1.2.04-77. Pokazateli sostoyaniya i pravila taksatsii rybokhozyaystvennykh vodnykh ob'yektov [Status indicators and taxation rules for fishery water bodies].
18. *Kitayev S.P.* Osnovy limnologii dlya gidrobiologov i ikhtologov [Basics of limnology for hydrobiologists and ichthyologists]. *Petrozavodsk: KNTS RAN*, 2007. 395 p.
19. SanPiN 2.1.5.980-00. Vodootvedeniye naselennykh mest, sanitarnaya okhrana vodnykh ob'yektov. Gigiyenicheskiye trebovaniya k okhrane poverkhnostnykh vod [Water disposal of populated areas, sanitary protection of water bodies. Hygienic requirements imposed on surface water protection] (vzamen SanPiN 4630-88) (s izm. ot 25.09.2014 g.).
20. SanPiN 2.1.4.1074-01. Pit'yevaya voda. Gigiyenicheskiye trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pit'yevogo vodosnabzheniya. Kontrol' kachestva. Gigiyenicheskiye trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti sistem goryachego vodosnabzheniya [Drinking water. Hygienic requirements imposed on water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control. Hygienic requirements for ensuring the safety of hot water systems].
21. *Guseva T.V., Molchanova Ya.P., Zaika Ye.A. i dr.* Gidrokhimicheskiye pokazateli sostoyaniya okruzhayushchey sredy [Hydrochemical indicators of the environment state]. *M.: Sotsial'no-ekolog. soyuz*, 2000. 148 p.
22. *Mikhaylova L.V.* Osobennosti povedeniya vodorastvorimyykh fraktsiy nefi v model'nykh opytakh [Features of the behavior of water-soluble oil fractions in model experiments] // *Vodnyye resursy*. 1986. № 2. Pp. 125–134.