

УДК 556:504.455:504.4.054

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ СОВЕТСКОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО ОКРУГА ГОРОДА ОМСКА ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Королев А.Н., Данцигер А.А.

ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина», Омск,
e-mail: korolev66.66@mail.ru, aa.sapezhko20z25@omgau.org

В статье представлены результаты гидрохимических исследований водоемов Советского административного округа г. Омска. Дана гидрохимическая характеристика и оценка экологического состояния в современных условиях шести водоемов: пруд по ул. 6-я Крайняя, озера: Верхнее, Лебединое (в районе дендрологического парка им. Г.И. Гензе), Сергеевское, Большие озера и Дальние озера (территория Омского государственного аграрного университета). Установлено, что вода во всех водоемах относится к гидрокарбонатному классу. В водоеме Дальние озера обнаружено значительное содержание ионов аммония: в 4,95 раза выше, чем ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, и в 14,8 раза – чем ПДК для рыбохозяйственных водоемов. По водородному показателю вода в водоемах колеблется от нейтральной (пруд по ул. 6-я Крайняя, оз. Верхнее и оз. Лебединое; pH 7,04–7,28) до слабощелочной (оз. Сергеевское, Дальние озера, Большие озера; pH 7,62–8,08). Наибольшей минерализацией обладает вода в водоемах Дальние озера и Большие озера (1281,7 и 1260,7 мг/дм³ соответственно) – относится к категории соленоватые воды. Вода в пруду по ул. 6-я Крайняя относится к категории пресных вод (494,5 мг/дм³). В остальных водоемах минерализация вод находится в пределах 602,4–843,3 мг/дм³ – воды с относительно повышенной минерализацией. Общее экологическое состояние водоемов Советского административного округа может быть охарактеризовано как неблагоприятное.

Ключевые слова: гидрохимия, поверхностные водоемы, Омск, городские водоемы

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF RESERVOIRS OF THE SOVIET ADMINISTRATIVE DISTRICT IN OMSK ACCORDING TO HYDROCHEMICAL INDICATORS

Korolev A.N., Dantsiger A.A.

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk,
e-mail: korolev66.66@mail.ru, aa.sapezhko20z25@omgau.org

The article presents the results of hydrochemical studies of reservoirs of the Soviet Administrative District in Omsk. Hydrochemical characteristics and assessment of the ecological state in modern conditions of six reservoirs are given: the pond on the 6th Extreme Street, lakes: Verkhneye, Lebedinoe (in the area of the G. I. Genze Arboretum Park), Sergeevskoye, Bolshye Ozerki and Dalniye Ozerki (territory of Omsk State Agrarian University). It is established that the water in all reservoirs belongs to the bicarbonate class. A significant content of ammonium ions was found in the Dalniye Ozerki reservoir: 4.95 times higher than the MPC for reservoirs of household drinking and cultural water use, and 14.8 times higher than the MPC for fishery reservoirs. According to the hydrogen index, the water in the reservoirs varies from neutral (pond on the 6th Extreme street, Lake Verkhne and lake. Lebedinoe; pH7,04-7,28) to slightly alkaline (Sergeyevskoye lake, Distant lakes, Large lakes; pH7,62-8,08. the highest mineralization is water in the reservoirs of Distant Lakes and Large lakes (1281.7 and 1260.7 mg/dm³, respectively) – belongs to the category of brackish waters. The water in the pond on the 6th Extreme Street belongs to the category of fresh water (494.5 mg/dm³). In other reservoirs, the mineralization of water is in the range of 602.4-843.3 mg/dm³ – water with relatively high mineralization. The general ecological condition of the reservoirs of the Soviet Administrative District can be characterized as not prosperous.

Keywords: hydrochemistry, surface reservoirs, Omsk, urban reservoirs

При современных темпах урбанизации значительно сокращаются территории с естественным ландшафтом, что приводит к ухудшению состояния окружающей среды. Одной из важных проблем градостроительства является создание рекреационных зон в черте города. Водоемы в сочетании с зелеными массивами – один из важнейших элементов благоустройства городской территории. Близость к воде обеспечивает отдых жителей в любое время года [1].

Пруды и озера, соседствующие с общественным центром крупного города, создают эстетически ценное пространство и служат ядром формирования архитектурных ансамблей, придают красоту и своеобразие облику города. Сохранение и расширение водных пространств на территории города – одна из форм организации открытых зеленых пространств, достижения разнообразия и привлекательности городских общественных территорий [2].

На территории г. Омска насчитывается более 60 водоемов, из которых более 20 расположены в Советском административном округе (АО). Оценке современного экологического состояния городских водоемов посвящены работы О.П. Баженовой, П.А. Генних, М.А. Костенко [3], О.П. Баженовой, Ю.В. Еордан [4], Н.Н. Барсуковой [5], О.А. Коноваловой, И.С. Булучевской [6], А.Н. Королева, Д.В. Кунищиной [7], Е.А. Шнейдмиллер, А.Н. Королева [8], А.Н. Королева, Е.М. Дорошева [9]. Однако динамически изменяющаяся экологическая обстановка требует постоянного мониторинга состояния городских водоемов, так как значительная их часть выполняет рекреационную функцию. С целью определения физико-химических показателей воды и гидрохимической характеристики в современных условиях для исследования были выбраны 6 водоемов, расположенных в Советском АО г. Омска: пруд по ул. 6-я Крайняя, озера: Верхнее, Лебединое (в районе дендрологического парка им. Г.И. Гензе), Сергеевское, Большие озерки и Дальние озерки (территория Омского государственного аграрного университета).

Цель исследования – оценка современного экологического состояния городских водоемов по гидрохимическим показателям.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлась вода, отобранная из водоемов, расположенных на территории Советского АО г. Омска.

Отбор проб воды производился по ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков» [10] путем однократного отбора всего требуемого количества (простая проба) в полиэтиленовые бутылки с завинчивающимися пробками. Анализ простой пробы дает сведения о составе воды в данный момент в данном месте.

Определение физико-химических показателей воды проводилось в Испытатель-

ной лаборатории (центре) ООО «МИ-Транс» по общепринятым методикам: NH_4^+ (мг/дм³) – по РД 52.24.486-2009; NO_3^- (мг/дм³) – по РД 52.24.518-2008; NO_2^- (мг/дм³) – по РД 52.24.523-2009; Cl^- (мг/дм³) – по РД 52.24.402-2011; SO_4^{2-} (мг/дм³) – по РД 52.24.405-2018; HCO_3^- (мг/дм³) – по РД 52.24.493-2020; Na^++K^+ (мг/дм³) – по РД 52.24.514-2009; Mg^{2+} (мг-экв/дм³) – по РД 52.24.395-2017; Ca^{2+} (мг-экв/дм³) – по РД 52.24.403-2018; жесткость (общ.; мг-экв/дм³) – по РД 52.24.395-2017; pH (ед.) – по РД 52.24.495-2017; $\text{Fe}^{3+}+\text{Fe}^{2+}$ (мг/дм³) – по ПНД Ф 14.1:2:4.214-2006; минерализация общая (мг/дм³) – по ПНД Ф 14.1:2:4.261-2010.

Сводные данные по характеристике водоемов приведены в табл. 1. Все водоемы имеют смешанный характер питания (грунтовые воды, атмосферные осадки). Два водоема (оз. Верхнее и оз. Лебединое) имеют рекреационное значение, остальные водоемы какого-либо значения не имеют. Однако в последнее время пруд по ул. 6-я Крайняя все больше привлекает внимание местных жителей. Вокруг водоема появляются элементы облагораживания: устанавливаются лавочки, разбиваются цветники.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе химического исследования водоемов Советского АО г. Омска установлено, что pH воды в водоемах находится в пределах 7,04–8,0, т.е. реакция среды колеблется от нейтральной до слабощелочной (табл. 2). Преобладающими катионами в исследуемых водоемах являются ионы Mg^{2+} (пруд по ул. 6-я Крайняя) и Na^++K^+ (для остальных водоемов), а анионами – HCO_3^- и Cl^- .

Вода во всех водоемах относится к гидрокарбонатному классу. Вода в водоеме, расположенном по ул. 6-я Крайняя, относится к магниевой группе, а в остальных водоемах – к натриевой группе (табл. 2–4).

Таблица 1

Характеристика водоемов Советского административного округа г. Омска

Наименование водоема	S, тыс. м ²	Характер питания	Назначение	Характер загрязнения
Пруд по ул. 6-я Крайняя	1,257	смешанный	нет назначения	антропогенный
Оз. Сергеевское	3,046	смешанный	нет назначения	антропогенный
Большие озерки	7,93	смешанный	нет назначения	антропогенный
Дальние озерки	2,544	смешанный	нет назначения	антропогенный
Оз. Верхнее	9,79	смешанный	рекреационное	антропогенный
Оз. Лебединое	3,318	смешанный	рекреационное	антропогенный

Таблица 2

Тип и водородный показатель воды в водоемах Советского АО г. Омска

Наименование водоема	Наименование воды	pH
Пруд по ул. 6-я Крайняя	сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатная натриево-кальциево-магниевая	7,04
Оз. Верхнее	сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатная магниевое-кальциево-натриевая	7,22
Оз. Сергеевское	сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатная кальциево-магниевое-натриевая	7,83
Дальние озерки	сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатная магниевое-кальциево-натриевая	7,62
Оз. Лебединое	сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатная кальциево-магниевое-натриевая	7,28
Большие озерки	сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатная кальциево-магниевое-натриевая	8,08

Таблица 3

Содержание основных катионов в водоемах Советского АО г. Омска

Наименование водоема	Катионы, мг/дм ³					
	Na ⁺ +K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	F ²⁺	Fe ³⁺	NH ₄ ⁺
Пруд по ул. 6-я Крайняя	8,97	80,3	64	0,01	0,01	0,75
Оз. Верхнее	129,2	48,6	88	0,02	0,03	не обнар.
Оз. Сергеевское	165,4	75,4	48	0,02	0,03	1,47
Дальние озерки	283,8	53,5	132	0,02	0,07	7,42
Оз. Лебединое	120,2	46,2	44	0,01	0,02	0,33
Большие озерки	322,4	87,6	48	0,02	0,07	1,43
*ПДК _{ХПВ} [11,12]	Na ⁺ 200 K ⁺ 180	100	200	0,3		1,5
ПДК _{КБВ} [11,12]				0,1		
ПДК _{РХВ} [11,12]				0,5		

Примечания (для табл. 3 и далее): *ПДК_{ХПВ} – ПДК для хозяйственно-питьевого водопользования; ПДК_{КБВ} – ПДК для культурно-бытового водопользования; ПДК_{РХВ} – ПДК для рыбохозяйственных водоемов.

Таблица 4

Содержание основных анионов в водоемах Советского АО г. Омска

Наименование водоема	Анионы, мг/дм ³					
	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻
Пруд по ул. 6-я Крайняя	не обнар.	417,4	88,4	43	0,4	0,01
Оз. Верхнее	не обнар.	439,3	137,7	139	2,8	0,01
Оз. Сергеевское	не обнар.	585,8	118,2	140	1,8	0,03
Дальние озерки	не обнар.	781,1	317,4	96	1,0	0,01
Оз. Лебединое	не обнар.	366,1	122,8	85	0,5	0,28
Большие озерки	не обнар.	878,7	241,1	120	0,8	0,01
*ПДК _{ХПВ}	100	1000	350	500	45	3,3
ПДК _{КБВ}			300	100	9	0,2
ПДК _{РХВ}						

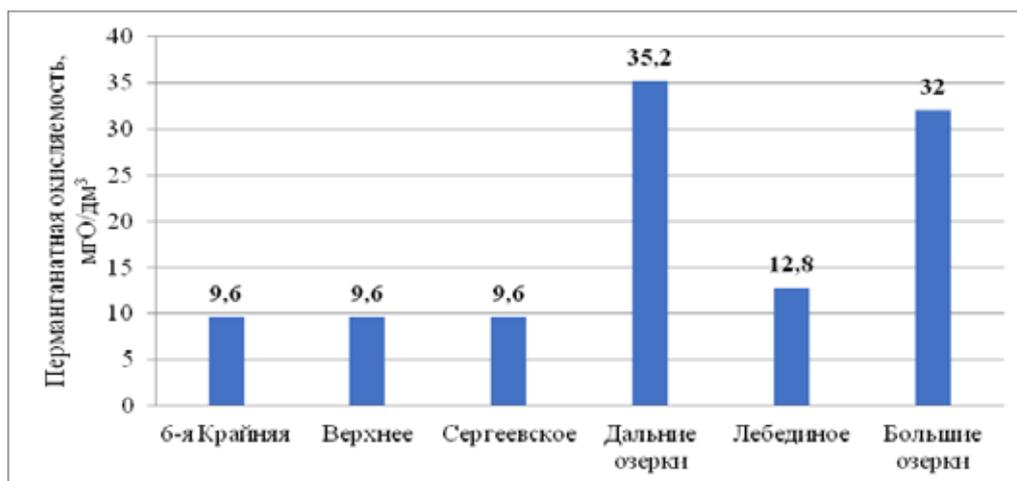


Рис. 1. Показатель перманганатной окисляемости воды в водоемах Советского административного округа г. Омска

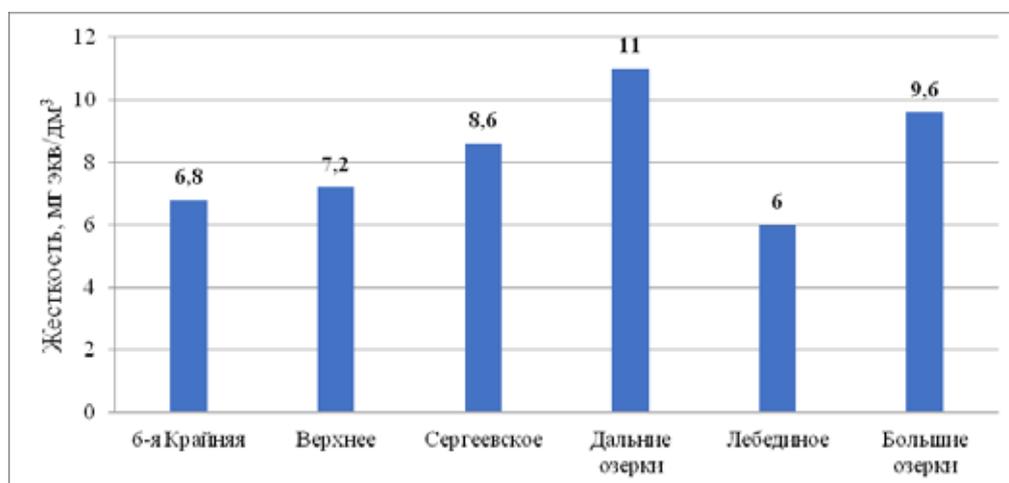


Рис. 2. Показатель общей жесткости воды в водоемах Советского административного округа г. Омска

Перманганатная окисляемость вод колеблется в пределах от 6,0 до 11,0 мгО/дм³. Наименьшая она в водоемах оз. Сергеевское, пруд по ул. 6-я Крайняя и оз. Верхнее, а наивысшая – в воде водоемов Дальние озера, Большие озера и оз. Лебединое. Перманганатная окисляемость характеризует в воде наличие органических (бензин, керосин, фенолы, пестициды и др.) и окисляемых неорганических веществ (соли Fe²⁺, нитриты, сероводород). Данный показатель свидетельствует о том, что воды загрязнены легко окисляемыми органическими веществами и пригодны лишь для культурно-бытовых нужд (рис. 1).

Важной химической характеристикой природной воды является ее жесткость, определяемая содержанием в воде многоза-

рядных катионов, главным образом ионов Ca²⁺ и Mg²⁺ [11]. Согласно проведенным исследованиям вода в водоемах оз. Сергеевское, Дальние озера и Большие озера является жесткой (8,6–11 мг-экв/дм³), а в водоемах пруд по ул. 6-я Крайняя, оз. Лебединое и оз. Верхнее – средней жесткости (6,0–7,2 мг-экв/дм³). Преобладающим типом жесткости является карбонатная (рис. 2).

Химическим анализом в большинстве водоемов обнаружены ионы аммония (исключение оз. Верхнее – в нем данные ионы не обнаружены). Содержание данных ионов колеблется в пределах от 0,33 до 7,42 мг/дм³. При этом лишь в оз. Лебедином содержание ионов NH₄⁺ (0,33 мг/дм³) не превышает значений ПДК, установленных для всех категорий водоемов. В остальных водоемах

отмечается превышение ПДК. Самое значительное превышение зафиксировано для водоема Дальние озерки: в 4,95 раза выше, чем ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, и в 14,8 раза выше, чем ПДК для рыбохозяйственных водоемов. Аммонийные соединения в значительных количествах присутствуют в нечистотах. Повышенная концентрация ионов аммония может быть использована в качестве индикаторного показателя, отражающего ухудшение санитарного состояния водного объекта, процесса загрязнения поверхностных и подземных вод, в первую очередь бытовыми и сельскохозяйственными стоками. В соответствии с градационной шкалой, разработанной Т.В. Гусевой, Я.П. Молчановой, Е.А. Заика, В.Н. Виниченко, В.Н. Аверочкиным [13], содержание ионов аммония в пределах 1,1–3 мг/дм³ свидетельствует о загрязнении воды (класс воды – грязная).

Выводы

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1) вода во всех водоемах относится к гидрокарбонатному классу. Вода в пруду по ул. 6-я Крайняя относится к магниевой группе, а в остальных водоемах – к натриевой группе;

2) вода в водоемах оз. Сергеевское, Дальние озерки и Большие озерки является жесткой (8,6–11 мг-экв/дм³), а в водоемах пруд по ул. 6-я Крайняя, оз. Лебединое и оз. Верхнее – средней жесткости (6,0–7,2 мг-экв/дм³). Преобладающим типом жесткости является карбонатная;

3) по водородному показателю вода в водоемах пруд по ул. 6-я Крайняя, оз. Верхнее и оз. Лебединое является нейтральной (рН 7,04–7,28), а в водоемах оз. Сергеевское, Дальние озерки, Большие озерки – слабощелочной (рН 7,62–8,08);

4) наибольшей минерализацией отличается вода в водоемах Дальние озерки и Большие озерки (1281,7 и 1260,7 мг/дм³ соответственно) – относится к категории солоноватые воды. Вода в пруду по ул. 6-я Крайняя относится к категории пресных вод (494,5 мг/дм³). В остальных водоемах минерализация вод находится в пределах 602,4–843,3 мг/дм³ – воды с относительно повышенной минерализацией;

5) по показателю перманганатной окисляемости по Кубелю (ГОСТ 17.1.2.04-77. Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов (актуализ. 01.01.2021)) [14] вода в водоемах пруд

по ул. 6-я Крайняя, оз. Верхнее, оз. Сергеевское относится к чистой, а вода в водоемах Дальние озерки, оз. Лебединое и Большие озерки – к загрязненной воде. Однако присутствие в воде водоема оз. Сергеевское ионов NH₄⁺ в концентрации более 1,1 мг/дм³ не позволяет считать воду в данном водоеме чистой (свидетельствует о загрязнении воды (класс воды – грязная)). В водоеме Дальние озерки обнаружено значительное содержание ионов аммония: в 4,95 раза выше, чем ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, и в 14,8 раза, чем ПДК для рыбохозяйственных водоемов.

Таким образом, общее экологическое состояние шести обследованных водоемов Советского АО г. Омска может быть охарактеризовано как неблагоприятное.

Список литературы

1. Архитектурно-композиционное моделирование устойчивой среды: учеб. пособие; под ред. И.О. Иовлева. Екатеринбург: УрГАХУ, 2018. 140 с.
2. Болтаевский А.А., Прядко И.П. Городские водоемы: роль гидрообъектов в формировании биосферносовместимого городского пространства // Урбанистика. 2016. № 1. С. 43–50. DOI: 10.7256/2310-8673.2016.1.17423.
3. Баженова О.П., Гених П.А., Костенко М.А. Современное экологическое состояние озера Солоное (г. Омск) // Экологические чтения – 2022: материалы XIII Национальной научно-практической конференции (с международным участием) (Омск, 9 июня 2022 г.). Омск, 2022. С. 36–42.
4. Баженова О.П., Еордан Ю.В. Малые водоемы города Омска – проблемы изучения и охраны // Экологические чтения – 2022: материалы XIII Национальной научно-практической конференции (с международным участием) (Омск, 9 июня 2022 г.). Омск, 2022. С. 43–47.
5. Барсукова Н.Н. Цианопрокаринты нижнего течения реки Иртыш и его притоков // Цианопрокаринты/цианобактерии: систематика, экология, распространение: материалы докладов II Международной научной школы-конференции (Сыктывкар, 16–21 сентября 2019 г.). Сыктывкар, 2019. С. 68–71.
6. Коновалова О.А., Булучевская И.С. Оценка экологического состояния озера Круглое (город Омск) по показателям развития фитопланктона // Каталог выпускных квалификационных работ факультета агрохимии, почвоведения, экологии, природообустройства и водопользования. Сер. «Экология, природопользование, биология». Омск, 2021. С. 135–137.
7. Королев А.Н., Куницына Д.В. Экологическая оценка современного состояния водоемов Ленинского административного округа Омска по гидрохимическим показателям // Экологические чтения – 2022: материалы XIII Национальной научно-практической конференции (с международным участием) (Омск, 9 июня 2022 г.). Омск, 2022. С. 204–211.
8. Шнейдмиллер Е.А., Королев А.Н. Гидрохимические показатели водоемов на территории дачного кооператива «Юбилейный» города Омска // Экологические чтения – 2020: материалы XI Национальной научно-практической конференции (с международным участием) (Омск, 5 июня 2020 г.). Омск, 2020. С. 656–660.
9. Королев А.Н., Дорошев Е.М. Гидрохимические показатели малых озер территории Кировского АО города Омска // Экологические чтения – 2019: материалы X Национальной научно-практической конференции (с международным участием), посвященной 25-летию Омского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина в статусе университета (Омск, 5 июня 2019 г.). Омск, 2019. С. 164–169.

10. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200008297> (дата обращения: 20.08.2022).
11. СанПиН 2.1.3684-21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. Постановление Главного государственного санитарного врача России от 28.01.2021 № 3. [Электронный ресурс]. URL: https://www.profiz.ru/upl/2021/0001202102050027_2.pdf (дата обращения: 20.08.2022).
12. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Постановление Главного государственного санитарного врача России от 28.01.2021 № 2. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.law.ru/npd/doc/docid/486051/modid/97> (дата обращения: 20.08.2022).
13. Гусева Т.В., Молчанова Я.П., Заика Е.А., Виниченко В.Н., Аверочкин В.Н. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / Под ред. Т.В. Гусевой. М.: Социально-экологический Союз, 2000. 148 с.
14. ГОСТ 17.1.2.04-77. Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/33538/> (дата обращения: 20.08.2022).