

И.И. Зиганшин, Д.В. Иванов, Р.Р. Хасанов, А.Б. Александрова
Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, water-rf@mail.ru

МОНИТОРИНГ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ОЗЕР ПРЕДВОЛЖЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

В статье представлены результаты морфометрического анализа особо охраняемых озер, расположенных на территории Предволжья Республики Татарстан. В качестве основных материалов для анализа использовались топографические карты масштаба 1:100 000 издания 1939 г., планы озер масштаба 1:10000 1968–1969 гг., космические снимки высокого пространственного разрешения 1975–2022 г., а также данные полевых исследований озер 2021–2022 гг. Результаты анализа показывают, что среди исследуемых озер доминируют водоемы с площадью водного зеркала от 1 до 10 га. Сравнение разновременных картографических материалов за последние 85 лет позволило установить наличие общей тенденции к уменьшению площади акватории большинства озер, обусловленной как природными, так и антропогенными факторами.

Ключевые слова: антропогенное воздействие; озера; динамика морфометрических характеристик; мониторинг водных объектов; Республика Татарстан.

DOI: <https://doi.org/10.24852/2411-7374.2023.3.34.41>

Введение

Система государственного мониторинга окружающей среды, включает организацию регулярных наблюдений за состоянием дна, берегов, состоянием и режимом использования водоохраных зон и изменениями морфометрических особенностей водных объектов (Приказ ..., 2014), включая озера. Морфометрические параметры озер (площадь водного зеркала, объем воды, средняя и максимальная глубины, длина и конфигурация береговой линии и др.), наряду с количественными и качественными характеристиками воды и донных отложений, служат важнейшими индикаторами природно-антропогенных изменений, происходящих как в самом водоеме, так и на его водосборе (Vörösmarty et al., 2000; Downing et al., 2006).

Небольшие по площади водного зеркала водоемы наиболее чувствительно реагируют на любые внешние воздействия ускорением процессов антропогенного эвтрофирования, увеличением площадей зарастания высшей водной растительностью, обмелением и иными негативными проявлениями (Антропогенное ..., 1980; Jorgensen, 2005). Подобного рода процессы характерны и для большинства озер Республики Татарстан (Тайсин, 2006; Зиганшин, Иванов, Хасанов, 2017, 2018, 2021). Задача организации государственного мониторинга морфометрических особенностей водных объектов на региональном уровне до настоящего времени не решена в силу объектив-

ных причин. В этой связи оценка современного состояния, а также динамики изменений основных морфометрических особенностей озер региона представляет несомненный научный интерес и практическую значимость.

Целью настоящего исследования является анализ изменений основных морфометрических параметров некоторых особо охраняемых озер, расположенных на территории Предволжья и включенных в «Государственный реестр особо охраняемых природных территорий в Республике Татарстан», за период с 1939 по 2022 гг.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования являются 12 озер различного генезиса, входящие в систему особо охраняемых природных территорий регионального уровня и расположенные в границах физико-географического региона Предволжье Республики Татарстан (рис. 1, 2).

Современные морфометрические характеристики озер даны по результатам батиметрических съемок 2021–2022 г. Вычисление морфометрических показателей и построение батиметрических карт озер осуществляли в программном пакете Mapinfo Pro 16.0.

Базовым материалом для анализа динамики морфометрических параметров озер служили топографические карты масштаба 1:100000 1939 г., планы (выкопировки) озер 1:10000 1968–1969 гг. из архива Института проблем экологии и не-



Рис. 1. Карта расположения исследуемых озер
 Fig. 1. Location of the studied lakes

дропользования АН РТ, а также космические снимки высокого пространственного разрешения 1975–2022 гг.

Результаты и их обсуждение

По современным оценкам (Водные объекты ..., 2018), на территории Предволжья Республики Татарстан насчитывается 970 озер различного генезиса. Шесть из них имеют статус памятников природы регионального значения: Большое, Карамольское (Байкуль), Лесное, Озеро, Провальное, Собакино. По морфометрическим характеристикам этих водоемов имеется достаточно большой ретроспективный материал (Озера ..., 1976; Государственный ..., 2007; Иванов и др., 2016; Зиганшин, Иванов, Хасанов, 2018). Три озера территориально входят в состав памятников природы регионального значения (Поймы рек Свияги и Кубни, Старица Свияги, Озерный комплекс у п. Новое Патрикеево); еще три водоема – озера Агишевское, Боковое и Клюквенное – расположены на территории государственного природного заказника регионального значения комплексного профиля «Свияжский».

Современные морфометрические характеристики озер представлены в таблице 1.

Площадь исследуемых озер не превышает 1000 га, что позволяет отнести их к категории малых (ГОСТ Р 59054–2020). По классификации И.С. Захаренкова (1964) озера распределяются следующим образом: малые (10–100 га) – 3 озера; маленькие (1–10 га) – 5 озер; озерики (0.1–1 га) – 4 озера. Наибольшие размеры отличают озера старичного (пойменного) типа, расположенные на территории озерного комплекса у п. Новое Патрикеево (Мемь), памятника природы «Старица Свияги» (Большое), а также в пойме Свияги и Кубни (Большое) (табл. 1).

Протяженность береговой линии озер варьирует от 60 м (Озеро) до 5.55 км (Большое – Старица Свияги).

Для карстовых озер характерна округлая форма котловины и слабая изрезанность береговой линии, для старичных озер – вытянутая форма и сильная извилистость берегов (табл. 2).

Максимальные из глубин приурочены к карстовым провалам в ложе озер соответствующего генезиса (Большое, Провальное) (рис. 3). В оз. Большое на территории памятника природы «Старица Свияги» отмечена не характерная для старичных озер глубина – более 7 м (рис. 3). Вероятно, она обусловлена образованием карстового провала непосредственно в старом русле р. Свияги.

Суффозионно-карстовые озера (Карамольское, Лесное) мелководны и имеют незначительные среднюю и максимальную глубины.

Небольшие и нетипичные для озер этого генезиса глубины характерны для карстовых озер Собакино и Озеро, находящихся в стадии активного зарастания.

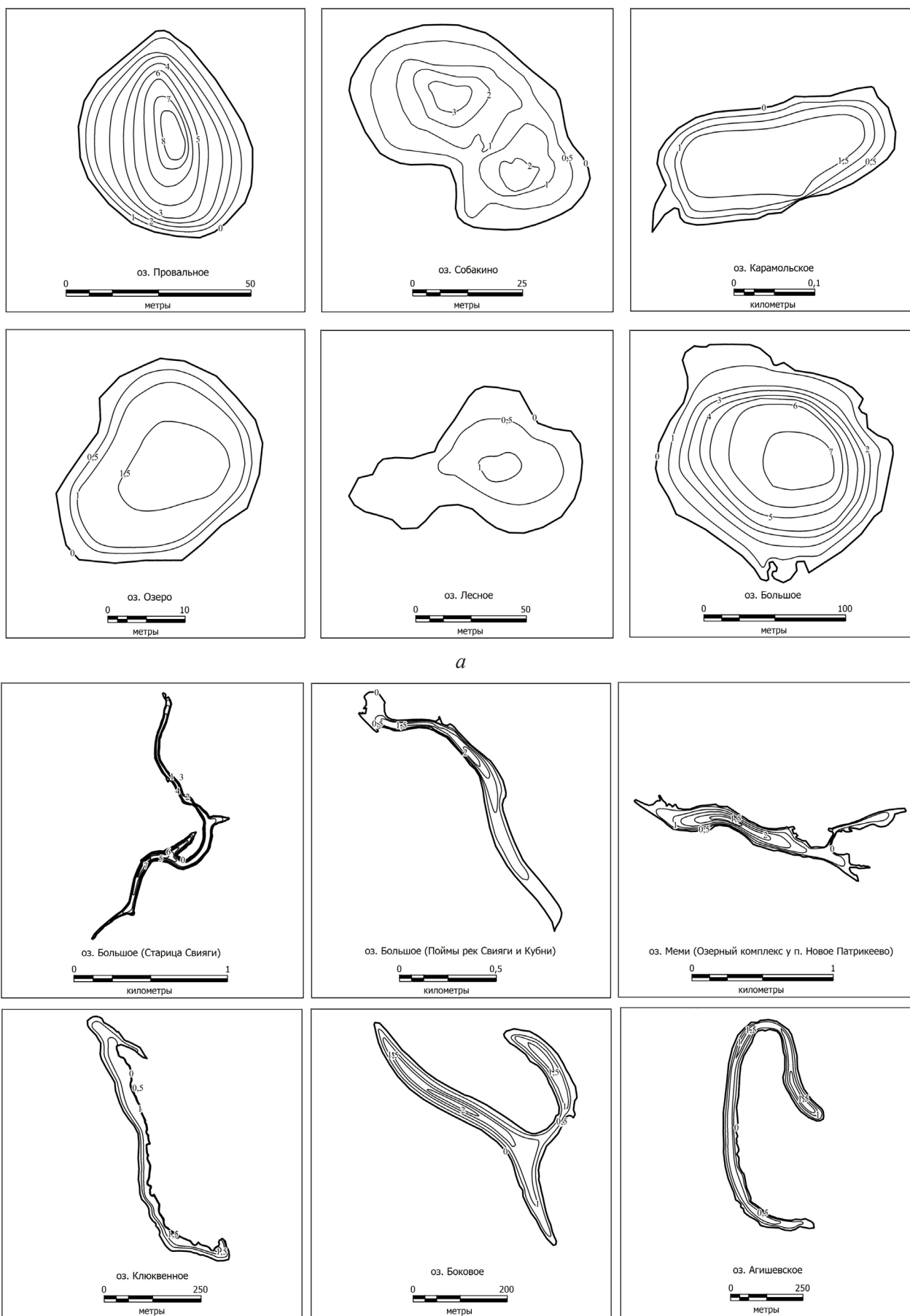
Для большинства исследованных водоемов по результатам сравнительного анализа разновременных карт четко обозначился тренд к сокращению площади водного зеркала (табл. 3), что соответствует установленным ранее тенденциям в динамике морфометрических показателей озер Республики Татарстан (Зиганшин, Иванов, Хасанов, 2017, 2018, 2021). При этом наиболее значимые изменения затронули оз. Лесное. Его площадь за период с 1939 по 2022 гг. уменьшилась более чем в 8 раз (рис. 4, табл. 3). Распашка прибрежной зоны озера провоцирует активное заиление озера и постепенное зарастание мелководной высшей водной растительностью. Значительное влияние на негативные изменения в состоянии водоема оказала вырубка лесов на водосборе. Ранее озеро было полностью окружено лиственным лесом, откуда в свое время и получило свое нынешнее название. Во время Великой Отечественной войны и в последующие десятилетия в связи с хо-



Рис. 2. Озера – объекты исследования
Fig. 2. Studied lakes

Таблица 1. Морфометрические характеристики озер
Table 1. Morphometric indicators of lakes

Озера Lakes	Генезис Genesis	Площадь, га Area, ha	Объем, тыс. м ³ Volume, th. m ³	Длина, м Length, m	Ширина, м Width, m		Глубина, м Depth, m	
					сред. mid.	макс. max.	сред. mid.	макс. max.
Агишевское	Старичное	5.8	44.6	1340	43	56	0.8	2.4
Большое	Карстовое	2.3	67.5	178	109	155	3.5	7.8
Большое (Поймы рек Свяги и Кубни)	Старичное	11.5	126.1	1709	78	140	0.9	2.1
Большое (Старица Свяги)	Старичное	12.1	358.9	2236	47	165	3.4	7.3
Боковое	Старичное	4.0	34.4	637	63	169	0.8	2.5
Карамольское	Суффозионно-карстовое	3.6	38.7	320	110	138	1.0	1.6
Клюквенное	Старичное	2.8	23.1	772	37	67	0.8	1.8
Лесное	Суффозионно-карстовое	0.2	1.8	107	39	67	0.4	1.0
Мемі	Старичное	24.3	214.3	2110	111	190	1.3	2.5
Озеро	Карстовое	0.03	0.5	29	18	23	1.0	2.5
Провальное	Карстовое	0.2	6.6	57	34	43	3.5	8.5
Собакино	Карстовое	0.1	2.7	57	27	35	1.7	3.0



a

b

Рис. 3. Батиметрические карты карстовых и суффозионно-карстовых озер (a) и старичных (b) озер
 Fig. 3. Bathymetric maps of karst and suffusion-karst lakes (a) and oxbow lakes (b)

Таблица 2. Показатели удлиненности и изрезанности береговой линии озер
Table 2. Indicators of elongation and indentation of the lake coastline

Озера Lakes	Длина береговой линии, км Coastline length, km	Коэффициент изрезанности Rough coefficient	Коэффициент удлиненности Elongation coefficient
Агишевское	2.78	3.24	30.73
Большое	0.56	1.04	1.63
Большое (Поймы рек Свияги и Кубни)	3.59	2.49	21.91
Большое (Старица Свияги)	5.55	4.43	47.57
Боковое	1.95	2.74	10.09
Карамольское	0.84	1.21	2.91
Клюквенное	1.89	3.17	21.04
Лесное	0.25	1.09	2.74
Меми	4.76	2.60	19.01
Озеро	0.06	0.76	1.61
Провальное	0.17	1.05	1.68
Собакино	0.15	1.22	2.11

Таблица 3. Динамика площади водного зеркала озер
Table 3. Dynamics of the lake water surface area

Озера Lakes	Площадь, га Area, ha				Динамика (+/-), % Dynamics, (+/-), %				
	1939	1969	2002	2022	1939- 1969	1969- 2002	2002- 2022	1969- 2022	1939- 2022
Агишевское	7.4	6.6	6.2	5.8	-11	-6	-7	-12	-22
Большое	—*	1.8	2.0	2.3	—	+11	+15	+28	—
Большое (Поймы рек Свияги и Кубни)	14.9	12.5	12.2	11.5	-16	-2	-6	-8	-23
Большое (Старица Свияги)	20.7	15.2	14.2	12.1	-27	-7	-15	-20	-42
Боковое	7.2	5.1	4.4	4.0	-29	-14	-9	-22	-44
Карамольское	4.1	3.9	3.7	3.6	-5	-5	-3	-8	-12
Клюквенное	—	4.3	2.9	2.8	—	-33	-4	-35	—
Лесное	1.7	0.7	0.6	0.2	-59	-14	-67	-29	-88
Меми	29.9	27.8	25.5	24.3	-7	-8	-5	-13	-19
Озеро	—	0.20	0.08	0.03	—	-60	-63	-85	—
Провальное	0.3	0.27	0.24	0.20	-10	-11	-17	-26	-33
Собакино	0.2	0.17	0.14	0.11	-15	-18	-21	-35	-45

* прочерк означает отсутствие данных

* dash means no data

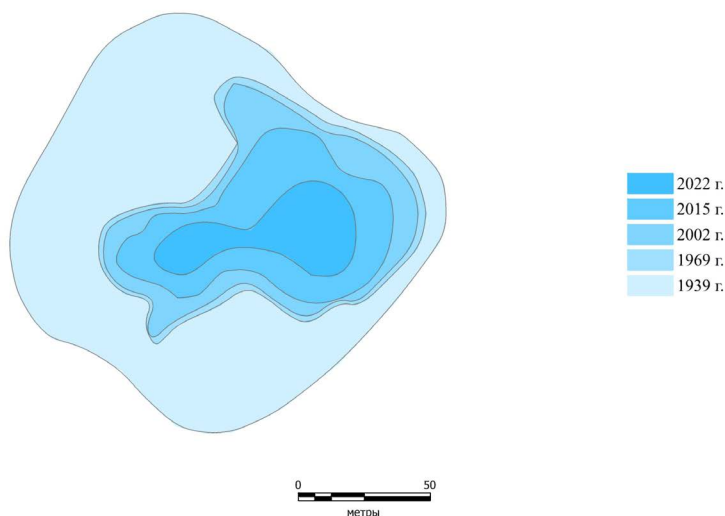


Рис. 4. Изменение площади акватории оз. Лесное с 1939 по 2022 гг.

Fig. 4. Changes in the water area of Lesnoye Lake from 1939 to 2022

зяйственной потребностью на территории Предволжья происходила масштабная вырубка лесов (в основном дубняков), которая в итоге привела к тому, что к концу 1980-х годов водосборная территория озера стала представлять собой полностью безлесное пространство.

Существенное сокращение площади акватории также характерно для карстового оз. Озеро, расположенного у с. Юматово Верхнеуслонского района, на старом московском («екатерининском») тракте. Этот уникальный водоем, известный по историческим хроникам с XVIII в., со времен прибытия Екатерины II в г. Казань (по преданию, в озеро упало оторвавшееся колесо кареты императрицы), за 50 лет уменьшился в площади более чем в семь раз (табл. 3). Уровень воды в нем критически упал в засушливое лето 2010 г. и до настоящего времени полностью не восстановился. Одна из причин – понижение уровня грунтовых вод, питающих водоем, в том числе в результате водозабора из артезианских скважин.

Как и озера водосборных территорий, пойменные озера-старицы также показали отрицательную динамику морфометрических показателей: за оцениваемый исторический период они потеряли от 19% до 44% своей водной поверхности (табл. 3). Основной причиной деградации озерных экосистем, расположенных в пойме Свияги и ее притоков, является сельскохозяйственная деятельность. Пойменные почвы, как правило, отличает значительный уровень плодородия. Их прибрежные зоны, в нарушение требований природоохранного законодательства, подвержены систематической распашке, причем в ряде случаев

она происходит практически под урез воды. Негативное воздействие на экологическое состояние пойменных озер оказывает их использование для водопоя крупного рогатого скота.

На фоне общей картины негативных изменений ряда морфометрических показателей озер, следует отметить и противоположную тенденцию, выражающуюся в заметном увеличении площади их акватории за анализируемый период. Так, площадь водного зеркала оз. Большое по сравнению с 1969 г. увеличилась на 28%, с 1.8 до 2.3 га (табл. 3), а максимальная глубина водоема выросла с 7.0 до 7.8 м. Причина наблюдаемых изменений видится в устойчивом характере подземного питания озера и продолжающихся процессах карстообразования в его ложе. В результате постоянного притока подземных вод, превышающего испарение с поверхности, в южной части озера сформировался небольшой ручей, отводящий избыток озерной воды в р. Черемшан.

Заключение

Сопоставление разновременных картографических материалов показало, что за последние 85 лет для большинства особо охраняемых озер, расположенных на территории Предволжья Республики Татарстан, была характерна тенденция к сокращению площади их акватории. Наиболее значительно сократилось от своих изначальных размеров оз. Лесное, утратившее почти 90% водного зеркала. Сохранение данного озера, как, впрочем, и многих других озер региона, требует принятия неотложных мер, направленных на предотвращение процесса его деградации. Для выявления и своевременного предупреждения таких негативных последствий антропогенного воздействия на озера как ухудшение качества их вод или полная потеря водности, необходимо, в дополнение к действующей региональной системе мониторинга качества вод по гидрохимическим показателям, сформировать аналогичную систему наблюдений за изменением их морфометрических характеристик, которая включала бы в себя необходимый комплекс наблюдений за динамикой состояния дна и берегов водных объектов, а также анализ всего спектра факторов, которые потенциально могут привести к ухудшению их экологического состояния.

Список литературы

1. Антропогенное воздействие на малые озера. Л.: Наука, 1980. 174 с.
2. Водные объекты Республики Татарстан: Гидрографический справочник. Казань: Фолиант, 2018. 512 с.
3. ГОСТ Р 59054–2020. Охрана окружающей среды. Поверхностные и подземные воды. Классификация водных объектов.
4. Государственный реестр особо охраняемых природных территорий в Республике Татарстан. Казань: Идел-Пресс, 2007. 407 с.
5. Захаренков И.С. О лимнологической классификации озер Белоруссии. Биологические основы рыбного хозяйства на внутренних водоемах Прибалтики // Труды X научной конференции по внутренним водоемам Прибалтики. Минск: Наука и техника, 1964. С. 175–176.
6. Зиганшин И.И., Иванов Д.В., Хасанов Р.Р. Динамика морфометрических показателей особо охраняемых водоемов Лаишевского района Республики Татарстан // Российский журнал прикладной экологии. 2017. №1. С. 38–43.
7. Зиганшин И.И., Иванов Д.В., Хасанов Р.Р. Анализ динамики морфометрических показателей озер-памятников природы на территории Республики Татарстан // Российский журнал прикладной экологии. 2018. №2. С. 17–20.
8. Зиганшин И.И., Иванов Д.В., Хасанов Р.Р. Генезис и морфометрическая характеристика озер охранной зоны Саралинского участка Волжско-Камского заповедника // Российский журнал прикладной экологии. 2021. №1. С. 36–43. doi: 10.24411/2411-7374-2020-10039.
9. Иванов Д.В., Зиганшин И.И., Осмелкин Е.В., Хасанов Р.Р. Характеристика процессов илонакопления в Собакинской системе озер // Труды Карельского научного центра РАН. Сер. Лимнология. 2016. №5. С. 53–61.
10. Озера Среднего Поволжья. Л.: Наука, 1976. 236 с.
11. Приказ Минприроды России от 08.10.2014 №432 «Об утверждении Методических указаний по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части наблюдений за состоянием дна, берегов, состоянием и режимом использования водоохраняемых зон и изменениями морфометрических особенностей водных объектов или их частей».
12. Тайсин А.С. Озера Приказанского района, их современные природные и антропогенные изменения. Казань: Изд-во ТГГПУ, 2006. 167 с.
13. Downing J.A., Prairie Y.T., Cole J.J., Duarte C.M., Tranvik L.J., Striegl R.G., McDowell W.H., Kortelainen P., Caraco N.F., Melack J.M., Middelburg J.J. The global abundance and size distribution of lakes, ponds, and impoundments // *Limnology and oceanography*. 2006. Vol. 51, iss. 5. P. 2388–2397. <https://doi.org/10.4319/lo.2006.51.5.2388>.
14. Vörösmarty C.J., Green P., Salisbury J., Lammers R.B. Global water resources: vulnerability from climate change and population growth // *Science*. 2000. 289. P. 284–288. doi: 10.1126/science.289.5477.284.
15. Jorgensen S.E., Loffle H., Rast W., Straskraba M. Lake and reservoir management. Amsterdam: Elsevier Science, 2005. 512 p.

References

1. Anthropogenic impact on small lakes. Leningrad: Nauka, 1980. 174 p.
2. Vodnye ob'ekty Respubliki Tatarstan: Gidrograficheskij spravochnik [Water bodies of the Republic of Tatarstan: Hydrographic Directory]. Kazan': Foliant, 2018. 512 p.
3. GOST R 59054–2020. Ohrana okruzhajushhej sredy. Pov-

erhnostnye i pozemnye vody. Klassifikacija vodnyh ob'ektov [Nature protection. Hydrosphere. Classification of water bodies].

4. Gosudarstvennyj reestr osobo ohranjaemyh prirodnyh territorij v Respublike Tatarstan [State register of specially protected natural areas in the Republic of Tatarstan]. Kazan': Idel-Press, 2007. 407 p.

5. Zaharenkov I.S. O limnologicheskoj klassifikacii ozer Belorussii. Biologicheskie osnovy rybnogo hozjajstva na vnutrennih vodoemah Pribaltiki [On the limnological classification of lakes in Belarus] // Tr. X nauch. konf. po vnutrennim vodoemam Pribaltiki [Proceedings of the tenth scientific conference on inland waters of the Baltic states]. Minsk: Nauka i tehnika, 1964. P. 175–176.

6. Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Hasanov R.R. Dinamika morfometricheskix pokazatelej osobo ohranjaemyh vodoemov Laishevskogo rajona Respubliki Tatarstan [Dynamics of morphometric parameters of protected lakes located in Laishevo district of the Republic of Tatarstan] // Rossijskij zhurnal prikladnoj jekologii [Russian Journal of Applied Ecology]. 2017. No 1. P. 38–43.

7. Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Hasanov R.R. Analiz dinamiki morfometricheskix pokazatelej ozer-pamjatnikov prirody na territorii Respubliki Tatarstan [Analysis of the dynamics of morphometric parameters of protected lakes of the Republic of Tatarstan] // Rossijskij zhurnal prikladnoj jekologii [Russian Journal of Applied Ecology]. 2018. No 2. P. 17–20.

8. Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Hasanov R.R. Genезis i morfometricheskaja karakteristika ozer ohrannoј zony Saralinskogo uchastka Volzhsko-Kamskogo zapovednika [Genesis and morphometric characteristics of lakes in the protected zone of the Saralinsky area of the Volzhsko-Kamsky reserve] // Rossijskij zhurnal prikladnoj jekologii [Russian Journal of Applied Ecology]. 2021. No 1. P. 36–43. doi: 10.24411/2411-7374-2020-10039.

9. Ivanov D.V., Ziganshin I.I., Osmelkin E.V., Hasanov R.R. Harakteristika processov ilonakoplenija v Sobakinskoј sisteme ozer [The characteristics of sedimentation processes in Sobakino lakes system] // Trudy Karel'skogo nauchnogo centra RAN Ser. Limnologija [Proceedings of the Karelian Research Centre, RAS. Limnology Series]. 2016. No 5. P. 53–61.

10. Ozera Srednego Povolzh'ja [Lakes of Middle Volga Region]. L.: Nauka, 1976. 236 s.

11. Prikaz Minprirody Rossii ot 08.10.2014 No 432 «Ob utverzhdenii Metodicheskix ukazaniј po osushhestvleniju gosudarstvennogo monitoringa vodnyh ob'ektov v chasti nabljudenij za sostojaniem dna, beregov, sostojaniem i rezhimom ispol'zovaniја vodoohrannyh zon i izmenenijami morfometricheskix osobnostej vodnyh ob'ektov ili ih chasteј» [Order of the Ministry for Environment protection and Natural Resources of the Russian Federation on 8.10.2014 No 432 «On approval of the Methodological Guidelines for the implementation of state monitoring of water bodies in terms of observations of the state of the bottom, banks, the state and mode of use of water protection zones and changes in the morphometric characteristics of water bodies or their parts»].

12. Tajsin A.S. Ozera Prikazanskogo rajona, ih sovremennye prirodnye i antropogennye izmenenija [Lakes of the Prikazansky region and their modern natural and anthropogenic changes]. Kazan', 2006. 167 p.

13. Downing J.A., Prairie Y.T., Cole J.J., Duarte C.M., Tranvik L.J., Striegl R.G., McDowell W.H., Kortelainen P., Caraco N.F., Melack J.M., Middelburg J.J. The global abundance and size distribution of lakes, ponds, and impoundments // *Limnology and oceanography*. 2006. Vol. 51, iss. 5. P. 2388–2397. <https://doi.org/10.4319/lo.2006.51.5.2388>.

14. Vörösmarty C.J., Green P., Salisbury J., Lammers R.B. Global water resources: vulnerability from climate change and population growth // *Science*. 2000. 289. P. 284–288. doi:

10.1126/science.289.5477.284.

15. Jorgensen S.E., Loffle H., Rast W., Straskraba M. Lake and reservoir management. Amsterdam: Elsevier Science, 2005. 512 p.

Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Khasanov R.R., Alexandrova A.B. **Monitoring of morphometric characteristics of specially protected lakes in the Pre-Volga region of the Republic of Tatarstan.**

The article presents the results of a morphometric analysis of specially protected lakes located on the territory of the Pre-Volga region of the Republic of Tatarstan. As a basis for morphometric analysis topographic maps at scale 1:100000 from 1939, large-scale plans at 1:10000 from 1968–1969, high resolu-

tion satellite images from 1975–2022, as well as field research data from 2021–2022 were used. The results of the analysis show that among the studied lakes, reservoirs with a water surface area from 1 to 10 hectares, with shallow and very shallow depths and a small volume of water mass dominate. The comparison of cartographic data from the last 85 years has shown that there is a common trend of decreasing the area of the water body for almost all specially protected lakes in the region. The most significant decrease in water surface area has been observed in Lesnoye Lake, losing about 90% of its water area.

Keywords: anthropogenic impact; lakes; dynamics of morphometric characteristics; monitoring; Republic of Tatarstan.

Раскрытие информации о конфликте интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / Disclosure of conflict of interest information: The author claims no conflict of interest

Информация о статье / Information about the article

Поступила в редакцию / Entered the editorial office: 30.06.2023

Одобрено рецензентами / Approved by reviewers: 13.07.2023

Принята к публикации / Accepted for publication: 27.07.2023

Информация о статье / Information about the article

Зиганшин Ирек Ильгизарович, кандидат географических наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, 420087, Россия, г. Казань, ул. Даурская, 28, E-mail: irek_ziganshin@mail.ru.

Иванов Дмитрий Владимирович, кандидат биологических наук, зам. директора по научной работе, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, 420087, Россия, г. Казань, ул. Даурская, 28, E-mail: water-rf@mail.ru.

Хасанов Рустам Равилевич, научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, 420087, Россия, г. Казань, ул. Даурская, 28, E-mail: rustamkhasanov88@gmail.com.

Александрова Асель Биляловна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, 420087, г. Казань, ул. Даурская, 28, E-mail: adabl@mail.ru.

Information about the authors

Irek I. Ziganshin, Ph.D. in Geography, Senior Researcher, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28, Daurskaya st., Kazan, 420087, Russia, E-mail: irek_ziganshin@mail.ru.

Dmitrii V. Ivanov, Ph.D. in Biology, Deputy Director, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28, Daurskaya st., Kazan, 420087, Russia, E-mail: water-rf@mail.ru.

Rustam R. Khasanov, Researcher, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28, Daurskaya St., Kazan, 420087, Russia, E-mail: rustamkhasanov88@gmail.com.

Asel B. Alexandrova, Ph.D. in Biology, Senior Researcher, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28, Daurskaya st., Kazan, 420087, Russia, E-mail: adabl@mail.ru.

