

ДИНАМИКА ОЗЕРНОСТИ ВОЛГО-МЕШИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

На основе ретроспективного анализа показано изменение озерности и основных морфометрических характеристик озер на территории Волго-Мешинского возвышенного ландшафтного района Республики Татарстан. В качестве материалов для морфометрического анализа использовались топографические карты масштаба 1:500 000 издания 1939 г., крупномасштабные планы масштаба 1:10000, 1968–1969 гг., космические снимки высокого пространственного разрешения, 1980–2023 г., данные полевых исследований озер 2021–2023 гг. Результаты анализа показывают, что общее количество озер, расположенных в границах района, с 1939 по 2023 гг. увеличилось с 178 до 225. При этом отмечена тенденция к сокращению площади акватории озер (суммарно на 57%). В качестве ведущего фактора изменения озерности района рассматривается создание в 1955–1957 гг. Куйбышевского водохранилища. На сокращении площади акватории ряда озер сказалась застройка водосборной территории и загрязнение озер хозяйственно-бытовыми стоками, забор воды на питьевые и хозяйственные нужды, мелиоративные и сельскохозяйственные работы, рекреационная деятельность. При сохранении текущего уровня антропогенной нагрузки на озера и их водосборные территории прогнозируется развитие процессов эвтрофирования, обмеления, потеря водности, вплоть до полного исчезновения.

Ключевые слова: озера; дистанционное зондирование; мониторинг; морфометрические характеристики; Волго-Мешинский возвышенный ландшафтный район; Республика Татарстан.

DOI: <https://doi.org/10.24852/2411-7374.2024.3.21.27>

Введение

Интенсивность антропогенного воздействия на водные объекты, включая озера, продолжает возрастать по мере урбанизации ранее не освоенных территорий. Озерные воды отличает медленная скорость возобновления, они более чувствительны к изменениям естественного гидрологического цикла (Антропогенное ..., 1980).

На территории Российской Федерации насчитывается 3,8 млн озер различного генезиса (Измайлова, 2016). По состоянию на 2018 г. в Республике Татарстан (РТ) зафиксировано 6621 озеро (Водные ..., 2018). Озера занимают 0.1% площади территории республики. За последние десятилетия в регионе исчезло более 3100 озер (Горшкова и др., 2019), не менее велико количество озер, которые находятся на грани исчезновения (Иванов и др., 2016; Горшкова и др., 2019; Зиганшин и др., 2017, 2018, 2021, 2023; Зиганшин, Иванов, 2020). Объективные данные о фактическом состоянии озерного фонда региона необходимы для принятия решений в сфере управления региональными водными ресурсами, при рекреационном освоении территорий, а также при планировании работ по благоустройству и экологической реабилитации водных объектов.

В настоящей статье представлен анализ изменения величины озерности территории Волго-Мешинского возвышенного ландшафтного района РТ, который отличает высокий уровень рекреационного освоения и урбанизации.

Материалы и методы исследования

Волго-Мешинский возвышенный ландшафтный район (Волго-Мешинское междуречье) располагается в западном Закамье РТ, юго-восточнее г. Казани и включает территории Лаишевского и Пестречинского муниципальных районов общей площадью 787.9 км² (Ермолаев и др., 2007) (рис. 1).

При оценке озерности территории района учитывались все озера, площадь водной поверхности которых превышает 0.1 га, что соответствует минимальной величине акватории водоема, при которой его относят к озеру (Захаренков, 1964). Изменения озерности рассчитывали в программном комплексе Mapinfo Pro 16.0 на основе карт густоты озерной сети с использованием регулярной сетки квадратов. Вся территория исследования была разбита на равные ячейки размером 1×1 км. Для каждой ячейки рассчитывали величину озерности.



Рис. 1. Границы и месторасположение Волго-Мешинского возвышенного ландшафтного района
 Fig. 1. The boundaries and location of Volga-Mesha elevated landscape area

В качестве базовых материалов для анализа динамики морфометрических параметров озер использовали топографические карты масштаба 1:500000 1939 г., планы озер 1:10000 1968–1969 гг., а также космические снимки высокого пространственного разрешения 1975–2023 гг. В работе также использовались материалы обследования озер региона 1969 г. и 1999–2023 гг. из фондов Института проблем экологии и недропользования АН РТ.

Результаты и их обсуждение

Территория Волго-Мешинского ландшафтного района характеризуется величиной озерности 0.8%, которая существенно превышает среднее значение по РТ (0.1%) (Горшкова и др., 2019). Анализ космических снимков и данных натурных обследований озер за 2021–2023 гг. показал, что на данной территории в настоящее время расположено 225 озер различного генезиса с общей площадью водной поверхности 633.6 га, из них 12 имеют особый природоохранный статус (Государственный ..., 2007).

По площади акватории (ГОСТ Р 59054–2020) озера ландшафтного района относятся к категории «малые водоемы» с площадью водной поверхности менее 1000 га.

Более детальное распределение озер по площади акватории дает классификация И.С. Захаренкова (1964), согласно которой исследуемые водоемы по площади водного зеркала относятся к четырем классам: небольших (100–1000), малых (10–100), маленьких (1–10 га) озер и озерков (0.1–1 га) (табл. 1). Преобладают озерки и маленькие озера. К малым озерам можно отнести только шесть водоемов, из которых пять – отчленившиеся заливы р. Волга и одно – карстовое (оз. Архирейское). Наибольшие размеры имеют озера Ковалинское (100.8 га) и Орлова лощина (115.6 га). По площади водной поверхности они входят в категорию небольших озер.

На территории Волго-Мешинского возвышенного ландшафтного района встречаются 4 типа озер: карстово-суффозионные, старичные, искусственные и выделяемый нами (Зиганшин, Иванов, Хасанов, 2021) новый тип водоемов – отчленившиеся от основной акватории заливы Куйбышевского водохранилища, которых в пределах района насчитывается 56 (рис. 2). Как правило, это крупные мелководные водоемы (средняя глубина не более 2 м), которые активно используются в хозяйственных (рыбоводство) и рекреационных целях. В 1955–1957 гг. преобладающая часть пойменных озер была затоплена водами Куйбышевского водохранилища, поэтому сейчас этот тип водоемов встречается начиная со среднего течения р. Меша (29 озер). Искусственное происхождение имеют 49 водоемов, в их числе пруды, озера-копани, а также выработанные карьеры нерудных ископаемых, заполнившиеся неглубоко залегающими грунтовыми водами.

Коэффициент удлиненности, определяемый как отношение длины водоема к средней ширине и характеризующий вытянутость озерной котловины, в водоемах Волго-Мешинского возвышенного ландшафтного района меняется в широком диапазоне значений (табл. 2). Из всех водоемов по этому показателю следует выделить отчленившийся залив Куйбышевского водохранилища – оз. Карташихинское с коэффициентом удлиненности 83.5.

Большая часть озер района относится к водо-

Таблица 1. Распределение озер по площади акватории
 Table 1. Lakes ranging by water surface area

Классы озер Lakes range	Площадь, га Area, ha	Количество Number	% от общего числа озер % from total number of lakes
Озерки	0.1–1 га	156	69
Маленькие	1–10 га	61	27
Малые	10–100 га	6	3
Небольшие	100–1000 га	2	1

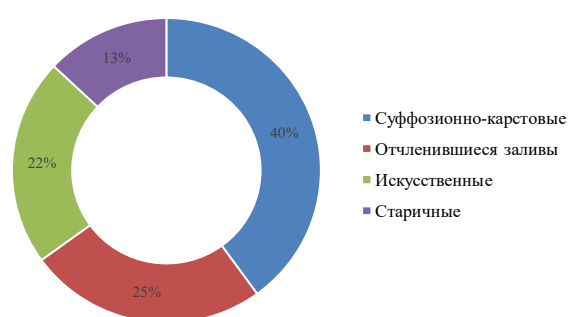


Рис. 2. Распределение озер по генезису озерных котловин

Fig. 2. Lakes ranging by genesis

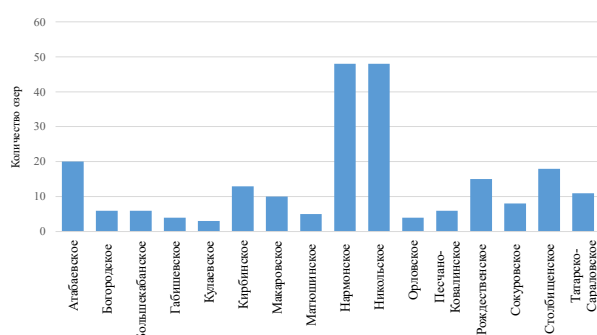


Рис. 3. Распределение количества озер по муниципальным образованиям

Fig. 3. Distribution of lakes over municipalities

емам со слабой изрезанностью береговой линии (табл. 3). Наименьший коэффициент изрезанности ($K_{изр.}$) у карстовых водоемов провально-го типа, имеющих плавную береговую линию, наибольший имеют озера – отчлененные заливы ($K_{изр.} > 3$). Крупные озера старичного типа, часто осложненные несколькими карстовыми провалами, например, такие как оз. Ковалинское ($K_{изр.}$ 3.6), также отличает сильная изрезанность берегов.

Озерный фонд Волго-Мешинского возвышенного ландшафтного района отличается пространственной неоднородностью. Если проанализировать количество озер в разрезе административно-территориальных единиц, то в большей части муниципальных образований их число не превышает 10 (рис. 3). В Никольском и Нармонском сельских поселениях расположено по 48 озер, в основном суффозионно-карстового генезиса. При этом нельзя не отметить отсутствие прямой связи между количеством озер и величиной озерности (рис. 4). Так, в Песчано-Ковалинском сельском поселении насчитывается всего 6 озер, при этом его озерность достигает 3.46%, что обусловлено как незначительной площадью поселения, так и наличием на его территории одного из наиболее крупных озер республики – Ковалинского.

Ретроспективный анализ картографических

Таблица 2. Распределение озер по показателю удлиненности
Table 2. The distribution of the lakes by the elongation index

Форма озера Shape of the lake	Коэффициент удлиненности Elongation index	Количество Number	% от общего числа озер % from total number of lakes
Озера округлой формы	<1.5	10	4.5
Озера, близкие к округлой форме	1.5–3	73	32.4
Озера, близкие к овальной форме	3–5	42	18.7
Овально-удлиненные	5–7	23	10.2
Удлиненные	7–10	24	10.7
Вытянутые в виде «борозды»	>10	53	23.5

Таблица 3. Распределение озер по изрезанности береговой линии
Table 3. Lakes ranging by shoreline indentation

Степень изрезанности Indentation degree	Коэффициент изрезанности Indentation coefficient	Количество Number	% от общего числа озер % from total number of lakes
Слабоизрезанные	<1.5	117	52
Среднеизрезанные	1.5–2	49	22
Сильноизрезанные	>2	59	26

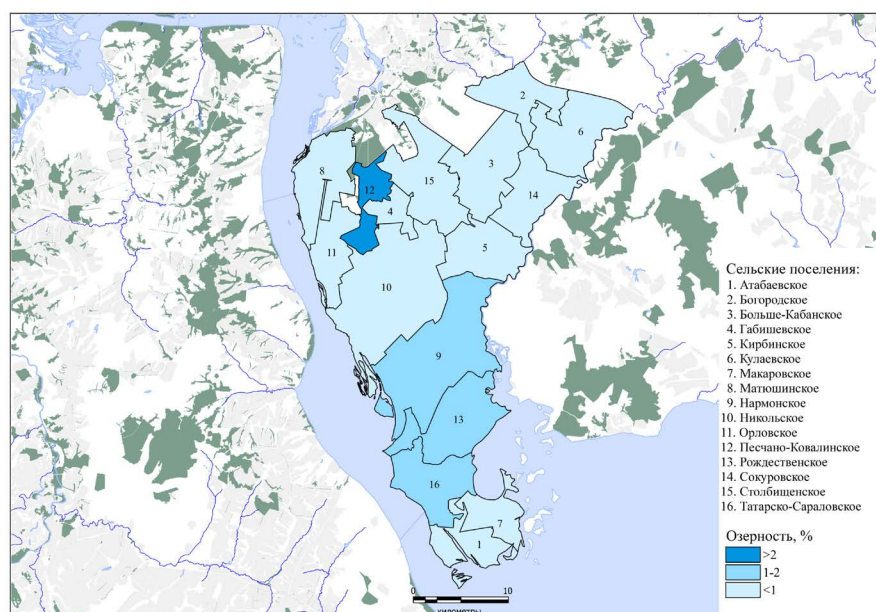


Рис. 4. Озерность территорий муниципальных образований
 Fig. 4. Lakeness of the municipal territories

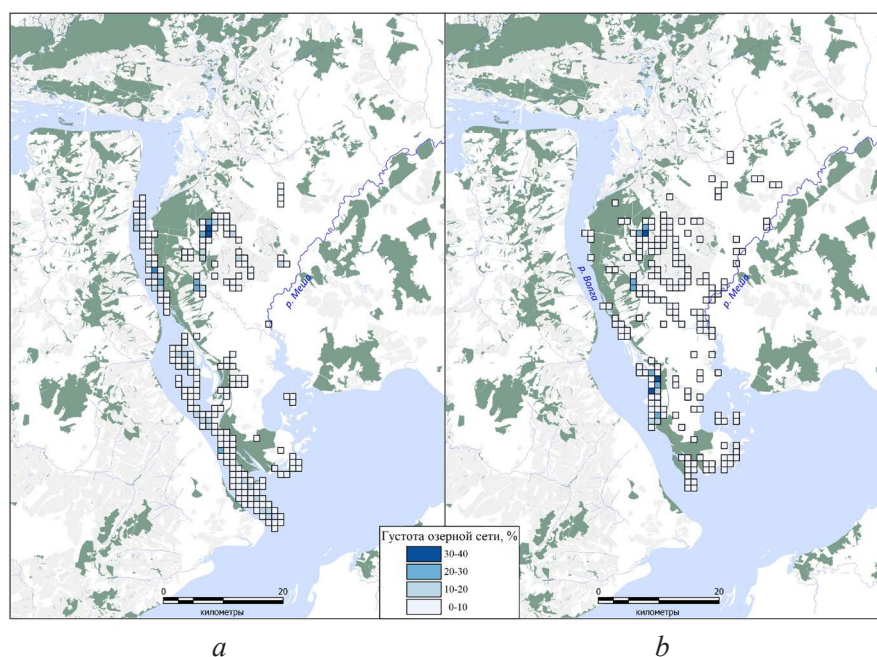


Рис. 5. Густота озерной сети в 1939 (a) и 2023 (b) гг.
 Fig. 5. Lake network density in 1939 (a) and 2023 (b)

данных показал, что в 1939 г. на территории Волго-Мешинского возвышенного ландшафтного района насчитывалось 178 озер общей площадью 1157.7 га. Таким образом, за прошедшие 85 лет число озер в районе увеличилось более чем на 20%. При этом относительная величина озерности обнаружила тенденцию к снижению: с 1.3% в 1939 г. до 0.8% в 2023 г. Это в первую очередь связано с динамикой водного зеркала озер: суммарная площадь акваторий озер с 1939 по 2023 гг. сократилась на 524 га (57%). Так, водная поверхность оз. Ковалинское в 1939 г. составляла 152 га,

в 2023 г. – немногим более 100 га. Главная причина сокращения озерности Волго-Мешинского возвышенного ландшафтного района – образование в 1955–1957 гг. Куйбышевского водохранилища, в результате чего были затоплены поймы Волги, Камы и Мещи с многочисленными старичными озерами (рис. 5). До создания водохранилища только в левобережной пойме Волги на участке от г. Казани до п. Камское Устье насчитывалось 140 озер общей площадью более 772 га.

За указанный период также произошло уменьшение средней длины (на 37%), средней ширины (на 41%) и длины береговой линии (на 36%) озер (табл. 4).

Для объективной оценки динамики озерности проведен попиксельный анализ изменений площадных характеристик озер. Для каждой ячейки рассчитывали разность современной и исторической площади, занимаемой озерами (рис. 6). Высокая плотность красных пикселей в пойменной части Волги и в устье Мещи указывает на убыль площади акватории озер при затоплении водами Куйбышевского водохранилища. В то же время, на второй надпойменной террасе р. Волги выделяются новообразованные озера, возникшие в результате отклонения вдающихся в сушу заливов.

Заключение

Территорию Волго-Мешинского возвышенного ландшафтного района отличают высокие показатели озерности – 0.8%, это одно из самых высоких значений данного показателя по Республике Татарстан. В настоящее время на территории района зафиксировано 225 озер с общей площадью водной поверхности 633.6 га. По сравнению с 1939 г. количество озер в границах исследуемой территории выросло на 21%. При этом суммар-

Таблица 4. Морфометрические показатели озер в 1939 и 2023 гг.
Table 4. Morphometric traits of lakes area in 1939 and 2023

Показатель Indicator	Среднее Mean	Медиана Median	Min	Max
1939 год (178 озер)				
Площадь, га	6.5	1.8	0.2	152.6
Длина, м	521	241	47	5308
Ширина, м	111	97	29	570
Длина береговой линии, м	1208	623	165	13049
2023 год (225 озер)				
Площадь, га	2.8	0.5	0.1	115.6
Длина, м	331	150	38	7617
Ширина, м	66	50	13	728
Длина береговой линии, м	778	381	123	12658

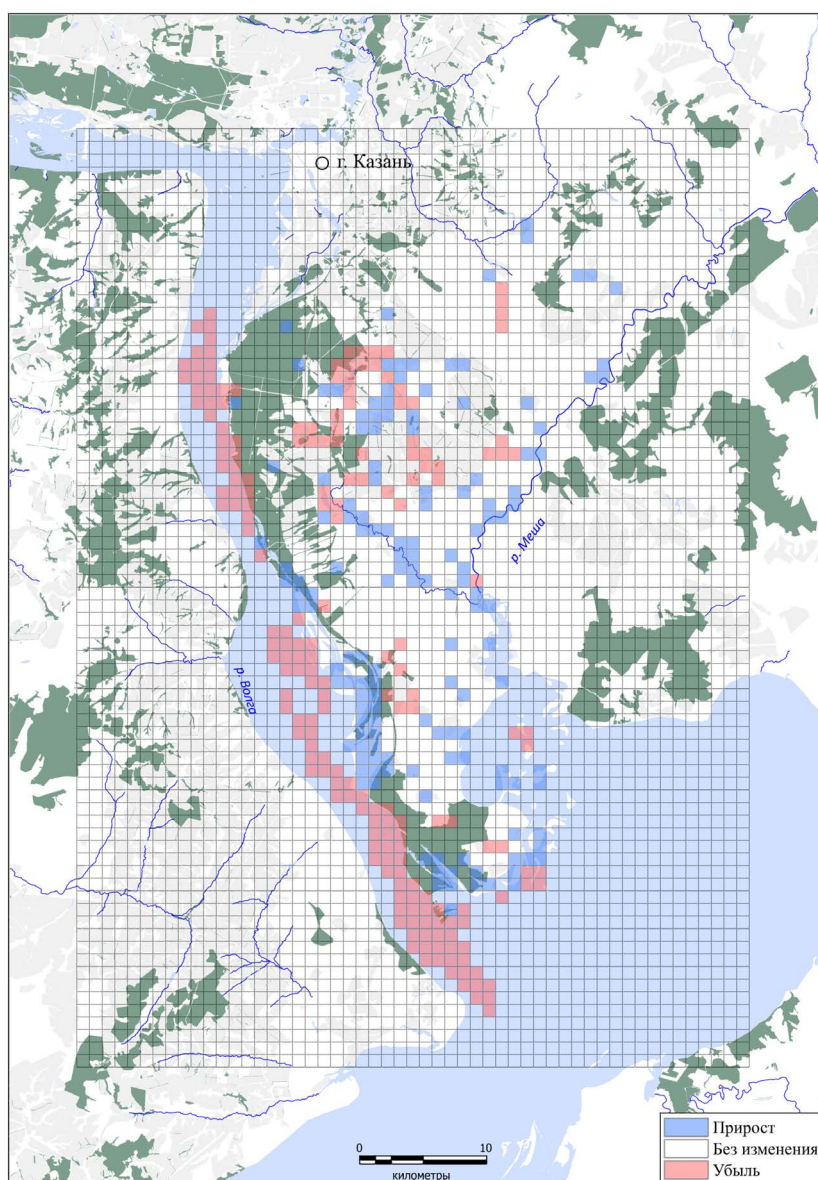


Рис. 6. Оценка изменения площади акватории озер с 1939 по 2023 гг.

Fig. 6. Assessment of changes in lake water area from 1939 to 2023

ная площадь водного зеркала всех озер района уменьшилась более чем в 2 раза.

Изменения озерности ландшафтного района в основном связаны с созданием в 1955–1957 гг. Куйбышевского водохранилища, когда было затоплено 140 озер в пойме р. Волги. Создание водохранилища привело к образованию нового типа озер – отчленившихся заливов. На сокращение общей площади озер непосредственное влияние оказывают застройка и сельскохозяйственная деятельность в границах их водосборных бассейнов, забор воды на хозяйственно-бытовые и мелиоративные нужды, рекреационное освоение территории. При сохранении темпов антропогенной нагрузки прогнозируется усиление процессов деградации озерных экосистем.

Проведенный ретроспективный анализ изменения озерности и основных морфометрических характеристик озер имеет важное значение для понимания состояния озер и оценки их устойчивости в долгосрочной перспективе. Для дальнейшего выявления изменений в состоянии озерных экосистем необходима организация системы постоянного наблюдения за состоянием основных морфометрических показателей водных объектов РТ.

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. Горшкова А.Т., Урбанова О.Н., Борникова Н.В., Горбунова Ю.В. Анализ гидрографических изменений озер Республики Татарстан // Российский журнал прикладной экологии. 2019. №3. С. 8–13.
5. Государственный реестр особо охраняемых природных территорий в Республике Татарстан. Казань: Идел-Пресс, 2007. 407 с.
6. Ермолаев О.П., Игонин М.Е., Бубнов А.Ю., Павлова С.В. Ландшафты Респуб-

ки Татарстан. Региональный ландшафтно-экологический анализ / Под ред. О.П. Ермолаева. Казань: Слово, 2007. 411 с.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. Зиганшин И.И., Иванов Д.В. Антропогенное воздействие на озера-особо охраняемые природные территории регионального значения Республики Татарстан // Науки о Земле: от теории к практике (Арчиновские чтения – 2020) / Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Чебоксары: Чувашский государственный ун-т, 2020. С. 176–181.

11. 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.

12. Зиганшин И.И., Иванов Д.В., Хасанов Р.Р., Александрова А.Б. Мониторинг морфометрических характеристик особо охраняемых озер Предволжья Республики Татарстан // Российский журнал прикладной экологии. 2023. №3. С. 34–41. doi: 10.24852/2411-7374.2023.3.34.41.

13. Иванов Д.В., Зиганшин И.И. Анализ причин обмеления озер в селе Три озера (Республика Татарстан) // Российский журнал прикладной экологии. 2016. №2. С. 8–12.

14. Иванов Д.В., Зиганшин И.И., Горшкова А.Т., Паймикина Э.Е., Сибгатуллина М.Ш. Динамика морфометрических показателей и оценка параметров заиления озера Пиголи (Республика Татарстан) // Российский журнал прикладной экологии. 2016. №4. С. 23–28.

15. Измайлова А.В. Водные ресурсы озер России // География и природные ресурсы. 2016. №4. С. 5–14.

References

1. Antropogennoe vozdejstvie na malye ozera [Anthropogenic impact on small lakes]. Leningrad: Nauka, 1980. 174 p.

2. Vodnye ob'ekty Respubliki Tatarstan: Gidrograficheskij spravocnik [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 pozemnyevody. Klassifikacija vodnyh ob'ektov [GOST R 59054-2020. Environmental protection. Surface and underground water. Classification of water bodies].

4. Gorshkova A.T., Urbanova O.N., Bortnikova N.V., Gorbunova Yu.V. Analiz gidrograficheskikh izmenenij ozer Respubliki Tatarstan [Analysis of hydrographic changes in the lakes of the Republic of Tatarstan] // Rossijskij zhurnal prikladnoj ekologii [Russian journal of applied ecology]. 2019. No 3. P. 8–13.

5. 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.

6. Ermolaev O.P., Igonin M.E., Bubnov A.Yu., Pavlova S.V. Landshafty Respubliki Tatarstan. Regional'nyj landshaftno-ekologicheskij analiz [Landscapes of Tatarstan Republic. Regional landscape and ecological analysis] / Ed. O.P. Ermolaev.

Kazan': Slovo, 2007. 411 p.

7. Zaharenkov I.S. O limnologicheskoy klassifikacii ozer Belorussii // Biologicheskie osnovy rybnogo hozjajstva na vnutrennih vodoemah Pribaltiki [On the limnological classification of lakes in Belarus] // Trudy X nauchnoi konferencii 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.

8. Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Hasanov R.R. Dinamika morfometricheskikh pokazatelej osobo ohranjaemykh vodoemov Laishevskogo rajona Respubliki Tatarstan [Dynamics of morphometric parameters of protected lakes located in Laishevo district of the Republic of Tatarstan] // Rossijskij zhurnal prikladnoj ekologii [Russian journal of applied ecology]. 2017. No 1. P. 38–43.

9. Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Hasanov R.R. Analiz dinamiki morfometricheskikh pokazatelej ozer-pamyatnikov prirody na territorii Respubliki Tatarstan [Analysis of the dynamics of morphometric parameters of protected lakes of the Republic of Tatarstan] // Rossijskij zhurnal prikladnoj ekologii [Russian journal of applied ecology]. 2018. No 2. P. 17–20.

10. Ziganshin I.I., Ivanov D.V. Antropogennoe vozdejstvie na ozera-osobo ohranjaemye prirodnye territorii regional'nogo znachenija Respubliki Tatarstan [Anthropogenic effects on lakes - specially protected natural areas of regional significance in the Republic of Tatarstan] // Nauki o Zemle: otteorii k praktike [Geosciences: from theory to practice] / Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem [Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation]. Cheboksary, 2020. P. 176–181.

11. Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Hasanov R.R. Genезis i morfometricheskaja harakteristika ozer ohrannoj zony Saralinskogo uchastka Volzhsko-Kamskogo zapovednika [Genesis and morphometric characteristics of lakes in the protected zone of the Saralinsky area of the Volzsko-Kamsky reserve] // Rossijskij zhurnal prikladnoj ekologii [Russian journal of applied ecology]. 2021. No 1. P. 36–43. doi: 10.24411/2411-7374-2020-10039.

12. Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Hasanov R.R., Aleksandrova A.B. Monitoring morfometricheskikh harakteristik osobo ohranjaemykh ozer Predvolzh'ja Respubliki Tatarstan [Monitoring of morphometric characteristics of specially protected lakes in the Pre-Volga region of the Republic of Tatarstan] // Rossijskij zhurnal prikladnoj ekologii [Russian journal of applied ecology]. 2023. No 3. P. 34–41. doi: 10.24852/2411-7374.2023.3.34.41.

13. Ivanov D.V., Ziganshin I.I. Analiz prichin obmelenija ozer v sele Tri ozera (Respublika Tatarstan) [Analysis of the lake shoaling causes in the village of Tri Ozera (Republic of Tatarstan)] // Rossijskij zhurnal prikladnoj ekologii [Russian journal of applied ecology]. 2016. No 2. P. 8–12.

14. Ivanov D.V., Ziganshin I.I., Gorshkova A.T., Pajmikhina Je.E., Sibgatullina M.Sh. Dinamika morfometricheskikh pokazatelej i ocenka parametrov zailenija ozera Pigoli (Respublika Tatarstan) [Dynamics of morphometric characteristics and estimation of siltation parameters of the Pigoli lake (The Republic of Tatarstan)] // Rossijskij zhurnal prikladnoj ekologii [Russian journal of applied ecology]. 2016. No 4. P. 23–28.

15. Izmaylova A.V. Vodnye resursy ozer Rossii [Water resources of the lakes of Russia] // Geografiya i prirodnye resursy [Geography and natural resources]. 2016. No 4. P. 5–14.

Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Khasanov R.R. **Analysis of the Volgo-Mesha interfluve lakeness dynamic.**

Based on a retrospective analysis, changes in lake content and the main morphometric characteristics of lakes on the territory of the Volga-Meshinsky elevated landscape region of the Republic of Tatarstan were shown. The main materials for morphometric analysis were topographic maps of 1:100 000 scale of 1939 edition, large-scale plans of 1:10000 scale, 1968-1969, space images of high spatial resolution, 1980-2023, as well as data of field studies of lakes in 2021-2023. The results of the analysis showed that the total number of lakes in the region had increased from 178 to 225 over the 85-year time period. At the same time, there was the tendency to decreasing in the water area of lakes (by 57%) and to disappear-

ance of larger water bodies in terms of water area. The creation of the Kuibyshev Reservoir in 1955-1957 was considered as the main factor of lake area change. The reduction of the total water area was also affected by active development and pollution of the lakes' coastal territories, water intake for drinking and household needs, land reclamation and agricultural works, and intensification of recreational activities. If the rates of anthropogenic load are maintained, it is possible to predict further shallowing and loss of water content of lakes in the region under consideration.

Keywords: lakes; remote sensing; monitoring; lake morphometry; Volgo-Meshinsky upland landscape region; 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: 23.08.2024

Одобрено рецензентами / Approved by reviewers: 02.09.2024

Принята к публикации / Accepted for publication: 09.09.2024

Сведения об авторах

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, доктор географических 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.

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, Daur'skaya st., Kazan, 420087, Russia, E-mail: irek_ziganshin@mail.ru.

Dmitrii V. Ivanov, D.Sci. in Geography, Deputy Director, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28, Daur'skaya 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, Daur'skaya St., Kazan, 420087, Russia, E-mail: rustamkhasanov88@gmail.com.

