

И.И. Зиганшин, Д.В. Иванов, Р.Р. Хасанов

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, water-rf@mail.ru

ГЕНЕЗИС И МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕР ОХРАННОЙ ЗОНЫ САРАЛИНСКОГО УЧАСТКА ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Впервые проведены исследования 13 озер, находящихся в охранной зоне Саралинского участка Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника. Озера, расположенные на II надпойменной террасе р. Волга, образовались в результате отчленения заливов Куйбышевского водохранилища и отличаются малой глубиной; озера III террасы имеют суффозионное, суффозионно-карстовое и искусственное происхождение, максимальная их глубина достигает 8 м. Сопоставление разновременных картографических материалов показало сокращение площади акватории большинства озер за период с 1969 по 2020 гг.

Ключевые слова: озера; генезис; морфометрический анализ; антропогенное воздействие; Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник.

DOI: 10.24411/2411-7374-2020-10039

Введение

Комплексная экологическая характеристика озер предполагает изучение их морфометрических параметров. Размеры и форма водоемов существенно влияют на интенсивность их внешнего и внутреннего водообмена, на особенности термического режима озер и их трофический статус, во многом определяют состав и свойства донных отложений, видовое разнообразие и продуктивность. Определение морфометрических параметров включено в программы контроля загрязнения поверхностных вод.

Нарастающее антропогенное вмешательство в функционирование водных экосистем неизбежно влечет за собой изменение морфометрических показателей внутренних водоемов. В наибольшей степени негативные тенденции затрагивают небольшие по площади водные объекты, которые быстрее и сильнее реагируют на все виды воздействий. Заращение малых озер, превращение их в болота иногда происходит в течение нескольких лет. Уменьшение площади акватории и исчезновение озер является достаточно устойчивой тенденцией последних десятилетий для Республики Татарстан (РТ).

Как показывают исследования, даже наличие особого природоохранного статуса не гарантирует сохранение водных объектов. У значительной части озер, имеющих статус памятников природы регионального значения, наблюдается тенденция к сокращению площади водного зеркала (Зиганшин, Иванов, Хасанов, 2018). В наибольшей степени эта тенденция выражена у озер, распо-

ложенных в окрестностях г. Казани (Зиганшин, Иванов, Хасанов, 2017; Зиганшин, Иванов, 2020).

Особый научный интерес вызывают озера, находящиеся на территории Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника (ВКГПБЗ) и его охранной зоны. Заповедник состоит из двух изолированных участков – Раифского (5897 га) и Саралинского (5480 га). Водные объекты Раифского участка и его охранной зоны достаточно хорошо изучены. Водоемы Саралинского участка ВКГПБЗ ранее не исследовались.

Материалы и методы исследования

Саралинский участок ВКГПБЗ расположен в южной части Волго-Мешинского междуречья, образующего полуостров, сформировавшийся в результате затопления водами Куйбышевского водохранилища (рис. 1).

Батиметрическая съемка озер Саралинского участка выполнена в июне-августе 2020 г. (табл. 1, рис. 2). В качестве материалов при изучении динамики морфометрических показателей озер использовали топографические карты масштаба 1:100 000 1942–1950 гг., крупномасштабные планы масштаба 1:10 000 1968–1969 гг.; космические снимки высокого пространственного разрешения 1975–2020 г., различные архивные материалы исследования озер.

Результаты и их обсуждение

Морфологические параметры исследуемых озер в значительной степени обусловлены гео-

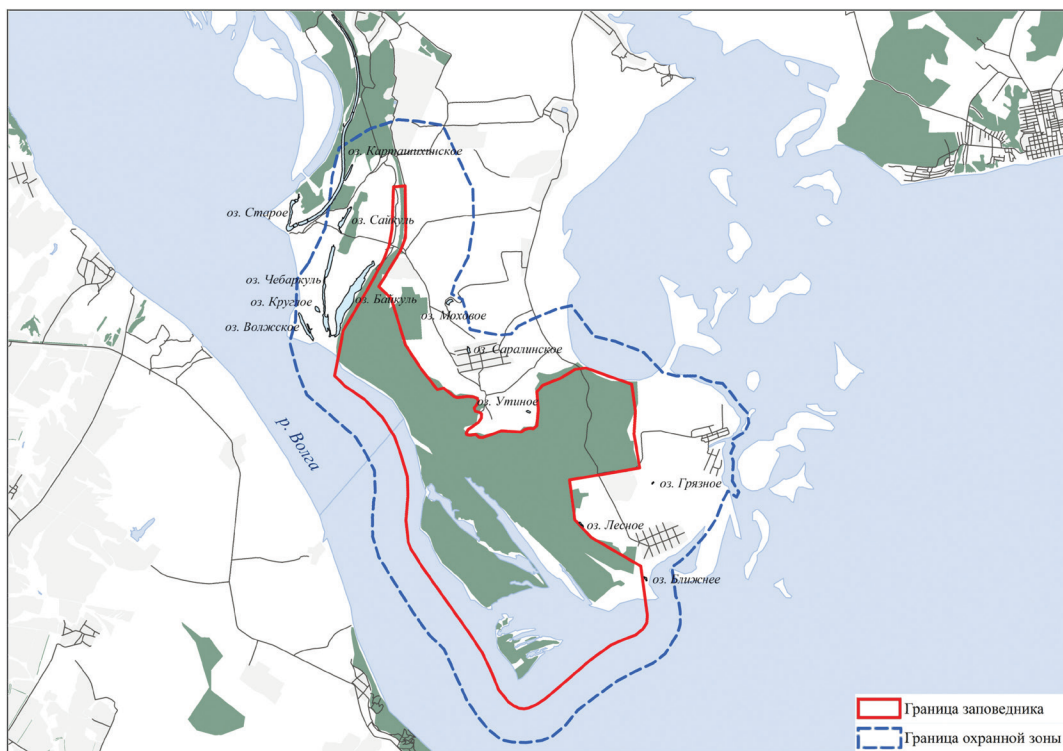


Рис. 1. Карта-схема района исследования
 Fig. 1. Location of the lakes

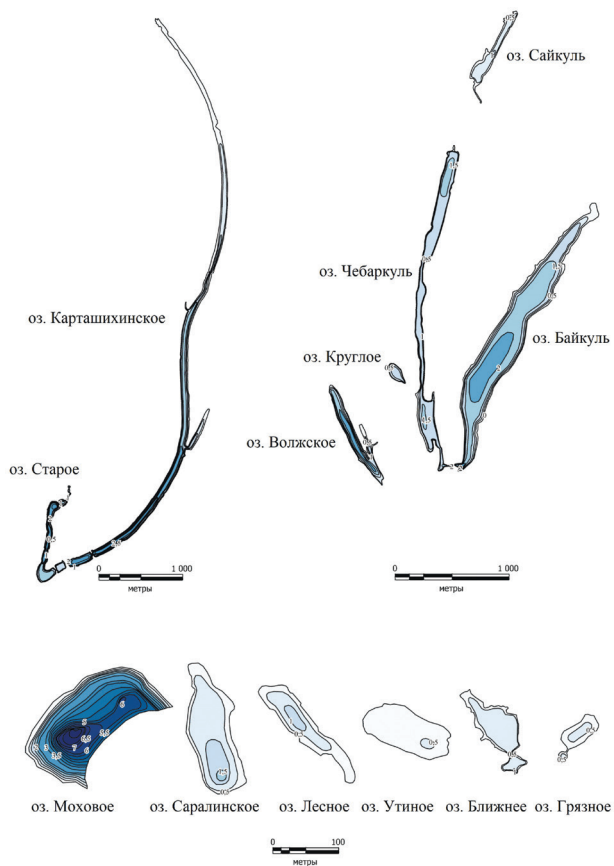


Рис. 2. Батиметрические карты озер
 Fig. 2. Bathymetric maps of lakes



Рис. 3. Геоморфологическая карта района исследования (Дедков, 2002):
 II, III – надпойменные террасы
 Fig. 3. Geomorphological map of the study area (Dedkov, 2002): II, III – terraces

Таблица 1. Типология и морфометрические показатели озер
Table 1. Typology and morphometric indicators of lakes

Озера Lakes	Типы озер* Types of lake	Координаты Coordinates	Площадь, га Area, ha	Объем, тыс. м ³ Volume, thous. m ³	Длина, м Length, m	Литораль, % Littoral, %	Ширина, м Width, m		Глубина, м Depth, m		Коэффициенты Coefficients		Длина береговой линии, м coastline length, m
							сред. aver.	макс. max	сред. aver.	макс. max	удлинен- ности elongation	изрезанности ruggedness	
II надпойменная терраса / II terrase													
Байкуль Bajkul'	III	N 55.35562 E 49.20193	52.2	747.5	2707	23.6	193	306	1.4	2.7	14.1	2.3	5822
Ближнее Blizhnee	III	N 55.27716 E 49.34850	0.4	3.4	151	99.4	28.3	58	0.8	1.2	5.3	1.6	378
Волжское Volzhskoe	III	N 55.35791 E 49.18963	8.7	105.2	993	38.0	88	101	1.2	2.3	11.3	2.7	2813
Карташинское Kartashinskoe	III	N 55.40587 E 49.20283	58.2	465.4	7476	55.1	78	172	0.8	2.7	96.1	6.2	16738
Круглое Krugloe	III	N 55.35275 E 49.18661	1.5	12.2	218	50.1	70	106	0.8	1.3	3.2	1.2	511
Сайкуль Sajkul'	III	N 55.37781 E 49.20007	5.8	33.2	923	98.7	64	127	0.6	1.0	14.5	2.4	2114
Старое Staroe	III	N 55.37987 E 49.17360	10.6	158.9	1561	25.0	68	161	1.5	2.9	23.0	3.1	3595
Чебаркуль Chebarkul'	III	N 55.35791 E 49.18963	22.9	257.6	2962	24.8	77	150	1.1	2.7	38.4	3.9	6749
III надпойменная терраса / III terrase													
Грязное Gryaznoe	I	N 55.30404 E 49.35221	0.2	1.3	79	100	23	30	0.7	0.7	3.5	1.4	216
Лесное Lesnoe	I	N 55.29233 E 49.31677	0.6	4.6	207	89.8	28	41	0.8	1.2	7.4	1.7	459
Моховое Mokhovoe	II	N 55.35476 E 49.25188	1.9	69.9	214	13.7	90	96	3.6	8.2	1.9	1.2	631
Саралинское Saralinskoe	IV	N 55.34138 E 49.26128	1.1	8.7	204	82.8	53	69	0.8	1.5	3.8	1.3	495
Утинное Utinnoe	I	N 55.32402 E 49.29070	0.7	2.8	139	100	51	64	0.4	0.5	2.8	1.2	349

* I – суффозионные, II – суффозионно-карстовые, III – отчленившиеся заливы, IV – искусственные
I – suffusion, II – suffusion-karst, III – severed bays, IV – artificial

морфологическими особенностями территории. В рельефе Саралов четко выделяются три высотных уровня, соответствующие разновозрастным террасам р. Волги (рис. 3). II надпойменная терраса, имеющая донно-западинный рельеф, занимает уровни абсолютных высот 56-60 м и представляет нижний высотный уровень в рельефе Саралинского полуострова. Терраса хорошо выражена, прерываясь лишь в юго-западной части заповедника, где к водохранилищу крутым склоном обрывается IV надпойменная терраса. Значительная часть II террасы подтоплена водами Куйбышевского водохранилища.

В охранной зоне Саралинского участка заповедника, на II надпойменной террасе отмечено 8 озер, образовавшихся в результате отчленения глубоко вдающихся в сушу заливов, образованных при создании в 1955–1957 гг. Куйбышевского водохранилища, абразионно-аккумулятивными пересыпями или вследствие искусственной изоляции. Основная часть этих озер расположена в западной части полуострова, у бывшего с. Карташиха (рис. 4). Картографический анализ показал, что процесс отчленения заливов начался сразу после наполнения чаши водохранилища, в период, когда процессы переработки его берегов шли ускоренными темпами. Этому способствовало сложение склонов второй террасы слабоустойчивыми к размыву породами.

В 1964 г. на озерах в районе с. Карташиха были созданы искусственные дамбы, которые лишили их связи с водохранилищем. В 1970-е гг. на этих озерах функционировало рыбное хозяйство «Волжские отроги» (Калайда, Говоркова, 2001).

К 1975 г. в результате занесения продуктами эрозионного смыва и частичного обмеления произошло превращение большей части расположенных здесь заливов в изолированные водные объекты (рис. 1, 4). Так, из одного залива образовалось сразу три озера – Чебаркуль, Круглое и Сайкуль. Последнее соединяется с материнским водоемом через узкую протоку.

Озеро Волжское – это бывшая протока, отделяющая один из островов Саралинской системы от материковой части. Если на снимке 1975 г. протока еще просматривалась, то к 2020 г. песчаные отмели в головной части и в устье острова были занесены русловыми отложениями, превратившими остров в полуостров (рис. 4).

III надпойменная терраса, с абсолютными высотами 75-90 м, характеризующаяся относительно выровненной поверхностью, занимает большую часть охранной зоны Саралинского участка ВКПБЗ. Широкое распространение лесовидных суглинков, имеющих высокую пористость, наря-

ду с большой пересеченностью рельефа и с растворяющей деятельностью атмосферных осадков и подземных вод, способствовали формированию здесь суффозионно-карстового (Моховое) и типичных суффозионных (Грязное, Лесное, Утиное) озер. В с. Татарские Саралы находится искусственное озеро-копань (Саралинское), образованное в 1953 г. при переносе села из зоны затопления на новое место (рис. 1, 2).

Важнейшим показателем, влияющим на экологическое состояние озерных экосистем, их хозяйственное использование и рекреационную привлекательность, является площадь акватории.

Площади водного зеркала озер колеблются от 1.1 га (Грязное) до 58.2 га (Карташихинское) (табл. 1). Все рассматриваемые водоемы по этому показателю относятся к категории «малых» (ГОСТ 17.1.1.02–77).

Более подробное представление о распределении озер по площади водного зеркала дает классификация И.С. Захаренкова (1964). В соответствии с ней, 4 озера относятся к классу «малых» озер (10–100 га). Это озера Байкуль, Карташихинское, Чебаркуль и Старое, причем первые два имеют площадь акватории более 50 га. К классу «маленьких» озер (1–10 га) можно отнести 5 водоемов, еще 4 озера – к классу «озерки» (0.1–1 га) (табл. 1).

Показатель максимальной длины озер изменяется от 79 м (Грязное) до 7476 м (Карташихинское), максимальной ширины – от 30 м (Грязное) до 306 м (Байкуль) (табл. 1).

Объемы вводных масс в озерах также варьируют в значительных пределах. Наименьшую водность (<5 тыс. м³) имеют небольшие суффозионные озера Грязное, Лесное и Утиное, а также пересыхающее оз. Ближнее. Для основной массы образовавшихся в результате отчленения волжских заливов озер характерны объемы воды, превышающие 100 тыс. м³. К категории средних по водности (0.5–1.0 м³) относится только оз. Байкуль (747.5 тыс. м³) (табл. 1).

Среди исследуемых озер нет водоемов, отличающихся большой глубиной, что обусловлено их генезисом. Суффозионные озера, а также озера – отчленившиеся заливы относятся к классу озер с «очень малой» (<5 м) максимальной глубиной (ГОСТ 17.1.1.02–77). Это хорошо видно на батиметрических картах (рис. 2). Например, в небольших по площади озерах Грязное и Утиное максимальная глубина достигает 0.7 м и 0.5 м, соответственно. Среди изученных водоемов выделяется оз. Моховое с максимальной глубиной 8.2 м, что объясняется наличием здесь карстового провала.

По классификации С.П. Китаева (2007) водо-

Таблица 2. Изменение площади акватории озер с 1969 по 2020 гг.

Table 2. Dynamics of the water area of lakes from 1969 to 2020

№	Озера Lakes	Площадь, га Square, ha		Динамика, % Dynamics, %
		1969	2020	
II надпойменная терраса/II terrace				
1	Байкуль Bajkul'	64.8	52.2	-19
2	Ближнее Blizhnee	4.3	0.5	-89
3	Волжское Volzhskoe	11.1	8.7	-21
4	Карташихинское Kartashihinskoe	59.1	58.2	-1
5	Круглое Krugloee	12.8	1.5	-88
6	Сайкуль Sajkul'	12.7	5.8	-54
7	Старое Staroe	10.6	10.6	0
8	Чебаркуль Chebarkul'	43.5	22.9	-47
III надпойменная терраса/III terrace				
9	Грязное Gryaznoe	0.4	0.2	-50
10	Лесное Lesnoe	0.6	0.6	0
11	Моховое Mokhovoe	2.3	1.9	-15
12	Саралинское Saralinskoe	1.1	1.1	0
13	Утиное Utinoe	1.1	0.7	-36
Все озера		226.3	164.8	-26

емы Саралинского участка заповедника по средней глубине относятся к 2 группам: «очень малые» (менее 2 м) и «малые» (2–4 м). Доминируют водоемы с очень малой средней глубиной (табл. 1). Благоприятные условия, сложившиеся в этих озерах, приводят к массовому развитию высшей водной растительности и гидробионтов, а высокая биологическая продуктивность способствует их зарастанию и заилению.

Коэффициент удлиненности котловины озер изменялся в очень широких пределах – от 1.9 до 96.1 при среднем значении 17.3. Для преобладающей части озер, расположенных на II террасе, характерна удлиненная форма, наследующая черты затопленных эрозионных форм рельефа (ложбин, лощин, балок, оврагов и др.) (рис. 2). Озера, расположенные на III надпойменной террасе, по показателю удлиненности котловин близки к округлой (1.5–3) или овальной форме (3–5).

Коэффициент развития береговой линии свидетельствует о том, что на рассматриваемой территории преобладают озера со слабой изрезанностью береговой линии (менее 6) (табл. 1). На III надпойменной террасе озера имеют плавную береговую линию, показатель их изрезанности приближается к 1, что указывает на стремление к абсолютно круглой форме. Водоемы II надпойменной террасы имеют изрезанность береговой линии в среднем 2.9, но классификационно их также можно отнести к водоемам со слабой изрезанностью береговой линии. Средняя изрезанность береговой линии отмечается только у оз. Карташихинское.

Береговая зона озер может быть также охарактеризована отношением метрового мелководья к площади водного зеркала озера, выраженным в процентах, что дает представление о степени развития литоральной зоны. По этому показателю озера подразделяются на 3 подгруппы: со слабо развитой литоралью (<20%) (Моховое), с умеренно развитой литоралью (20–50%) (Байкуль, Волжское, Старое и Чебаркуль) и с сильно развитой литоралью (8 озер) (табл. 1). В последней группе прибрежная полоса мелководий густо заросла высшей водной растительностью. У озера Утиное и Грязное глубины до 1 м занимают практически всю их площадь.

Сопоставление разновременных картографических данных показало, что для большинства озер отмечается тенденция к уменьшению площади водного зеркала.

Так, в период с 1969 по 2020 гг. суммарная площадь акватории озер сократилась примерно на четверть (табл. 2). Наиболее сильно (в среднем на 30%) при этом уменьшились озера, расположенные на II надпойменной террасе. Так, площади водного зеркала озер Ближнее и Круглое сократились более чем в 8 раз (рис. 5), озер Сайкуль и Чебаркуль – в 2 раза. Почти на 20% уменьшился в размерах и крупнейший водоем Саралинского участка – озеро Байкуль.

Стабильные значения площади водного зеркала озер Карташихинское и Старое во многом обусловлены тем, что они частично сохранили связь с Куйбышевским водохранилищем и периодически пополняются его водами в периоды высоких уровней.

Негативные тенденции, хотя и в меньшей степени, затронули водоемы, расположенные в пределах III надпойменной террасы (табл. 2). Суммарная площадь их акватории сократилась менее существенно – на 17%.

Наиболее значительные изменения произошли с оз. Грязное, расположенном в окружении па-

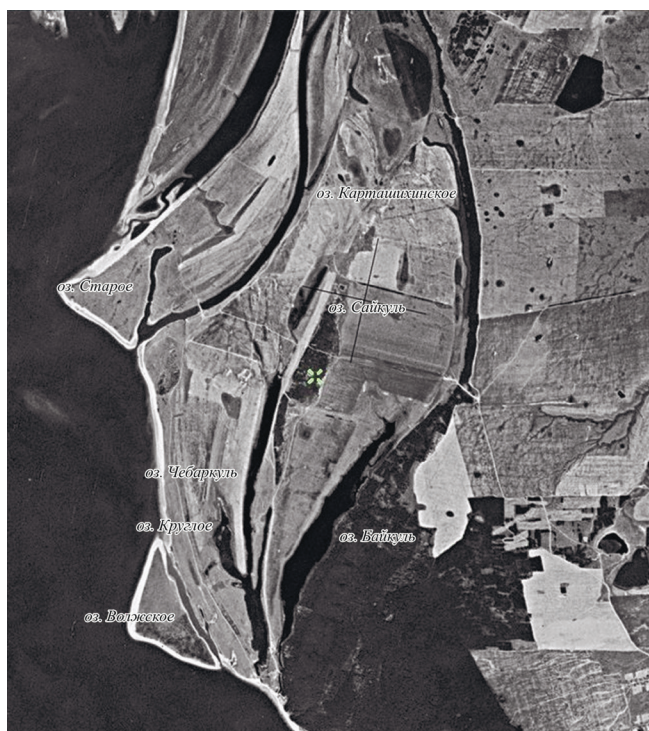


Рис. 4. Озёра в районе с. Карташиха в 1975 г. (сверху) и в 2020 г. (снизу)

Fig. 4. Kartashikha lakes in 1975 (above) and 2020 (below)

хотных земель. С 1942 по 1969 гг. озеро утратило 75%, а к 2020 г. – около 90% водного зеркала. Эвтрофирование водных масс в результате поступления биогенных элементов с водосборной территории ведет к зарастанию и постепенному заилению оз. Грязное. При сохранении темпов антропогенной нагрузки на водоем можно прогнозировать полное его обмеление и потерю водной



Рис. 5. Динамика акватории оз. Ближнее с 1969 по 2020 гг.

Fig. 5. Dynamics of the water area of Lake Blignee from 1969 to 2020

поверхности в ближайшее десятилетие.

Заключение

В охранной зоне Саралинского участка Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника расположено 13 озер различного генезиса. На II надпойменной террасе озера образовались в результате отчленения заливов Куйбышевского водохранилища. Озера III надпойменной террасы в основном имеют суффозионное, а также суффозионно-карстовое и искусственное происхождение.

По площади водного зеркала исследуемые водоемы классифицированы как малые (4 водоема), маленькие (5) и озерки (4). Для них характерна развитая литоральная зона и небольшие средние глубины. Объем водных масс не превышает 500 тыс. м³, за исключением оз. Байкуль – 747.5 тыс. м³.

Для большинства озер Саралинского участка охранной зоны Волжско-Камского заповедника была выявлена тенденция к сокращению площади их водного зеркала за последние 50 лет. Причины ее носят многофакторный и многоаспектный характер. В их числе: усиливающаяся роль прибрежных лесных насаждений в регулировании водного баланса территории; климатические изменения, выражающиеся в перераспределении количества выпадающих на водосборы осадков и росте испарения с поверхности озер на фоне повышения среднегодовых температур; заиление продуктами терригенного стока с водосбора.

Результаты проведенных исследований могут стать основой для мониторинга и дальнейшего изучения гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режимов водоемов Саралинского участка ВКГПБЗ.

Литература

1. ГОСТ 17.1.1.02–77. Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов.
2. Дедков А.П. Речные террасы и четвертичная история Саралы // Тр. Волжско-Камского государственного природного заповедника. Казань, 2002. Вып. 5. С. 91–102.
3. Захаренков И.С. О лимнологической классификации озер Белоруссии // Биологические основы рыбного хозяйства на внутренних водоемах Прибалтики / Тр. X науч. конф. по внутренним водоемам Прибалтики. Минск: Наука и техника, 1964. С. 175–176.
4. 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.
5. 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.
6. Калайда М.Л., Говоркова Л.К. История рыбного хозяйства Поволжья: конспект лекций. Казань: Казанский гос. энерг. ун-т, 2017. 143 с.
7. Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Изд-во Карел. науч. центра РАН, 2007. 395 с.

References

1. GOST 17.1.1.02–77. Ohrana prirody. Gidrosfera. Klassifikacija vodnyh ob'ektov [Nature protection. Hydrosphere. Classification of water bodies].
2. Dedkov A.P. Rechnye terrasy i chetvertichnaja istorija Saraly [River terraces and Quaternary history of Saraly] // Tr. Volzhsko-Kamskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika [Proceedings of the Volga-Kama nature reserve]. Kazan, 2002. Iss. 5. P. 91–102.
3. Zaharenkov I.S. O limnologicheskoj klassifikacii ozer Belorussii [About limnologic classification of the lakes of Belarus] // Biologicheskie osnovy rybnogo hozjajstva na vnutrennih vodoemah Pribaltiki [Biological principles of fish farming in inland Baltic reservoir] / Tr. X nauch. konf. po vnutrennim vodoemam Pribaltiki [Tr. X scientific. conf. inland waters of the Baltics]. Minsk: Nauka i tekhnika, 1964. P. 175–176.
4. Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Khasanov R.R. Dinamika

morfometricheskikh pokazatelej osobo ohranjaemyh vodoemov Laishевского 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.

5. Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Khasanov R.R. Analiz dinamiki morfometricheskikh 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. №2. P. 17–20.

6. Kalajda M.L., Govorkova L.K. Istorija rybnogo hozjajstva Povolzh'ja: konspekt lekcij [History of Fisheries of the Volga Region: lecture notes]. Kazan: Kazan university, 2017. 143 p.

7. Kitaev S. P. Osnovy limnologii dlja gidrobiologov i ihtologov [Fundamentals of limnology for hydrobiologists and ichthyologists]. Petrozavodsk: Karelian Research Center of the RAS, 2007. 395 p.

Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Khasanov R.R. **Genesis and morphometric characteristics of lakes in the protected zone of the Saralinsky area of the Volzsko-Kamsky reserve.**

For the first time, studies were carried out on 13 lakes located in the protected zone of the Saralinsky area of the Volzhsko-Kamsky State Natural Biosphere Reserve. Lakes located on the II above-floodplain terrace of the river Volga, formed as a result of the separation of the bays of the Kuibyshev reservoir and differ in shallow depth; terrace III lakes have suffusion, suffusion-karst and artificial origin, its maximum depth reaches 8 m. Comparison of cartographic materials of different times showed a decrease in the area of most lakes for the period from 1969 to 2020.

Keywords: lakes; morphometric analysis; anthropogenic effects; Volzsko-Kamsky State Natural Biosphere Reserve.

Информация 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, 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-rt@mail.ru.

Хасанов Рустам Равилевич, младший 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, 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-rt@mail.ru.

Rustam R. Khasanov, Junior 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.