

ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ В ОЗЕРАХ ОХРАННОЙ ЗОНЫ САРАЛИНСКОГО УЧАСТКА ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Дана характеристика осадконакопления и основных свойств разнотипных донных отложений озер Саралинского участка Волжско-Камского биосферного заповедника, образованных в середине XX в. при затоплении понижений II надпойменной террасы р. Волга водами Куйбышевского водохранилища. В структуре современных осадков преобладают песчаные илы; в ряде озер встречаются погребенные торфянистые илы и отложения из макрофитов. Накопление в ложе озер осадкообразующего материала преимущественно происходит за счет поступления терригенного вещества с территории водосбора, а у ряда озер, не утративших связь с водохранилищем, – речного аллювия. Общая мощность вскрытых при грунтовой съемке отложений не превышала 50 см. Средняя скорость осадконакопления в озерах варьирует от 1.0 до 2.5 мм/год, а максимальная достигает 7.5 мм/год. За 60 лет своего существования озера заилились в среднем на 15%.

Ключевые слова: озера; донные отложения; осадконакопление; Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник.

DOI: 10.24852/2411-7374.2021.2.47.52

Введение

По современным оценкам (Водные ..., 2018), в Республике Татарстан (РТ) насчитывается 6621 озеро различного генезиса. Разноплановое антропогенное воздействие, включая застройку береговой зоны и сокращение площади водосбора, привели к ухудшению экологического состояния, потере водности и обмелению значительной части озер республики, расположенных вблизи крупных городов (Зиганшин, Иванов, Хасанов, 2018).

Одной из основных причин обмеления озер является их заиливание продуктами терригенного генезиса. Накопление донных отложений (ДО) в ложе озер отражается на изменении их морфометрических параметров, сокращении площадей, объемов, средней и максимальной глубин. Относительную стабильность по своим морфометрическим характеристикам демонстрируют только наиболее крупные и глубоководные карстовые озера республики, отличающиеся устойчивым подземным питанием (Зиганшин, Иванов, Хасанов, 2017). Вместе с тем, есть многочисленные примеры того, как относительно мелководные карстовые водоемы, утратившие гидравлическую связь с грунтовыми водами и существующие исключительно за счет поступления атмосферных осадков, полностью утратили водную поверхность всего лишь за несколько лет.

Озера бассейна Средней Волги характеризуются широким диапазоном показателей поступления и накопления взвешенного материала, которые модулируются факторами природного и антропогенного характера (Иванов, Осмелкин, Зиганшин, 2018). В общем комплексе лимнологических исследований оценка интенсивности седиментационных процессов в озерах имеет важное теоретическое и практическое значение. Особый научный интерес в этом плане вызывают озера фоновых территорий, имеющие особый природоохранный статус и не испытывающие антропогенной нагрузки, либо подверженные ей в минимальной степени.

Материалы и методы исследования

В 2020 г. было исследовано 7 озер охранной зоны Саралинского участка Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника (рис. 1) в пределах II надпойменной террасы р. Волги. Озера образовались в результате отчленения глубоко вдающихся в сушу небольших заливов Куйбышевского водохранилища (Зиганшин, Иванов, Хасанов, 2021).

Грунтовая съемка озер выполнена с использованием трубки ГОИН ТГ-1 и ручного бура Гиллера. Исходя из особенностей рельефа дна, на каждом водоеме отобрано от 3 до 17 кернов ДО

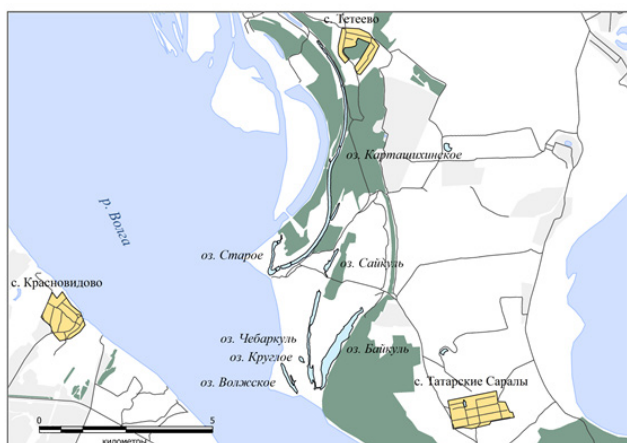


Рис. 1. Карта-схема расположения озер
Fig. 1. Location of the lakes

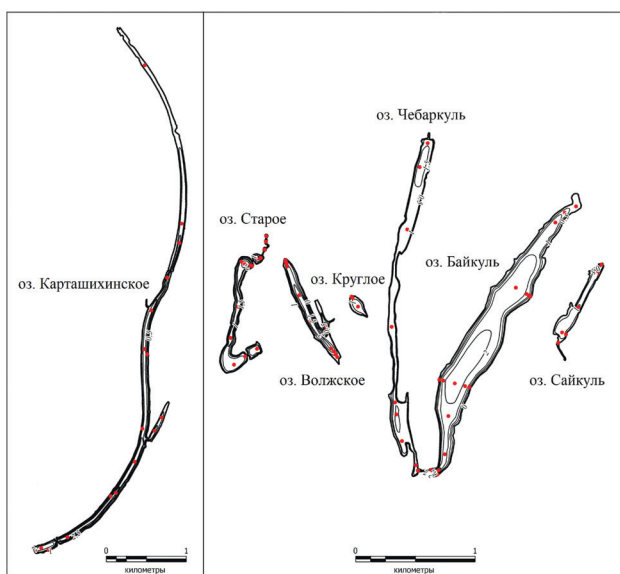


Рис. 2. Станции отбора проб ДО
Fig. 2. Sediment sampling stations

мощностью от 10 до 100 см (рис. 2). Лабораторные исследования осадков включали определение гранулометрического состава и содержания органического вещества (по величине потерь при прокаливании).

Результаты и их обсуждение

Поверхностные ДО исследованных озер характеризуются разнообразием типов минеральных осадков (табл. 1). В структуре отложений доминируют песчаные илы (табл. 2), причем в оз. Байкуль они занимают практически всю площадь ложа. Большая часть осадков – терригенные продукты размыва супесчаных и легкосуглинистых четвертичных отложений и почв II и III надпойменных террас р. Волга.

По мере удаления от берега и роста глубины водоема отмечается постепенное уменьшение размеров частиц ДО, в них возрастает доля алев-

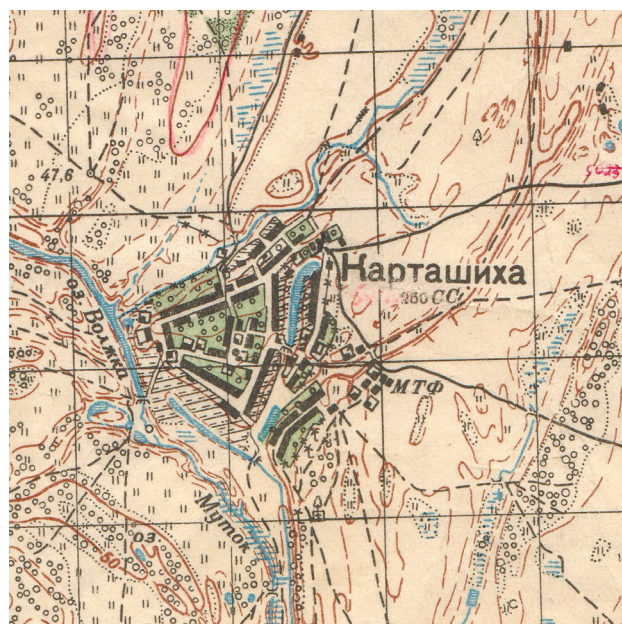


Рис. 3. Озера в с. Карташиха (съёмка 1942 г.)
Fig. 3. Lakes in the Kartashikha village (survey 1942)

ритов и пелитов; на глубинах 2–3 м основная доля в структуре отложений принадлежит глинистым илам (табл. 2).

Довольно низкие, в сравнении с осадками озер РТ, показатели накопления органического вещества в составе современных ДО (в пересчете на углерод они выражаются значениями от 0.1% в песках до 4.2% в глинистых илах) (табл. 2), связаны со сравнительно невысокой биологической продуктивностью самих озер, а также с низким уровнем содержания гумуса в дерново-подзолистых почвах их водосборных бассейнов как основного источника поступления в озера аллохтонного органического материала.

Для выяснения динамики процессов осадкообразования в озерах был выполнен морфологический анализ кернов отложений. В большинстве из них фиксировали наличие маркерного слоя, состоящего из погребенных гумусовых горизонтов дерново-подзолистых почв, которые заметно отличались по цвету и слоению от «вторичных», т.е. собственно озерных, осадков. Начало формирования ДО в озерах связано с периодом заполнения Куйбышевского водохранилища, который на этом участке р. Волга завершился в 1957 г. Таким образом, максимальный возраст вскрытых осадков 63 года. Их мощность варьировала от 14 до 48 см в зависимости от глубины водоема в месте отбора керна (табл. 3). Максимальными показателями осадконакопления отличались озера Старое и Карташихинское, сохранившие связь с водохранилищем, поэтому имеющие дополнительный источник пополнения аллохтонным взвешенным

Таблица 1. Характеристика типов ДО озер
Table 1. The lake sediments types

Типы ДО Sediment types	Частицы <0.01 мм, % Particles <0.01 mm, %	ППП, % LOI, %*	Доля в структуре ДО, % Share in the structure of sediments, %
Песок Sand	7.1	0.5	10.0
Илистый песок Silty sand	19.2	0.4	13.8
Песчанистый ил Sandy silt	43.7	5.6	56.1
Глинистый ил Clay	7.1	14.4	20.1

* ППП – потери при прокаливании
LOI – loss on ignition

материалом, в первую очередь в период весеннего половодья.

На вторичный генезис осадков в верхней части кернов также указывают находки органического материала, погребенного под слоем ДО. Так, в оз. Чебаркуль на глубине 30 см под слоем минеральных илов были вскрыты отложения из макрофитов, частично сохранивших свое морфологическое строение. Как показал анализ картографического материала, до образования водохранилища на месте современных озер находились неглубокие, по-видимому, заболоченные понижения, с характерным для данных условий увлажнения типом растительности.

Погребенные торфогенные илы и отложения из макрофитов были также встречены на оз. Байкуль.

Большая часть современной акватории оз. Старое (рис. 1, 2), как и других исследованных озер, была сформирована в результате затопления понижений рельефа II надпойменной террасы р. Волга Куйбышевским водохранилищем. При этом в северной части озера сохранился практически в неизменном виде ранее существовавший на этом месте небольшой водоем, предположительно суффозионного происхождения (рис. 2, 3). Отобранные здесь отложения имели мощность более 1 м и практически по всей высоте керна были представлены довольно однородным серым илом с содержанием пелитовых частиц 48–52% и органического вещества от 7.6 до 10.9%. Однородность гранулометрических и вещественных характеристик косвенно указывает на сохранение существовавших в озере до затопления условий осадконакопления. В «новой» же части акватории озера, куда периодически заходят воды водохранилища, верхние части кернов выделялись от расположенных ниже слоев ДО пониженным содер-

жением фракции <0.01 мм (в среднем 37%), при этом доля органики в них не превышает 7.5%.

Как средние, так и максимальные скорости накопления осадочного материала в озерах Саралинского участка Волжско-Камского заповедника (табл. 4) находятся в диапазоне показателей интенсивности аккумуляции ДО в озерах Среднего Поволжья (Иванов, Осмелкин,

Зиганшин, 2018). Объем ДО, аккумулярованных в котловинах озер за время их существования как обособленных водных объектов, оценивается величиной от 1.6 до 89 тыс. м³. Осадки занимают от 8 до 29 % от исходного объема озер при современном уровне воды в них.

Заключение

По результатам грунтовой съемки озер, расположенных на II надпойменной террасе р. Волга, в границах охранной зоны Саралинского участка Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника, и образованных затоплением пониженных отметок рельефа террасы водами Куйбышевского водохранилища, дана характеристика типов их ДО. Современные осадки озер представлены минеральными отложениями с содержанием органического вещества до 15%. В структуре грунтового комплекса доминировали песчанистые илы и илистые пески, доля глинистых илов не превышала 10%.

Показатели скорости накопления ДО в исследованных озерах (1-8 мм/год) находятся в интервале среднемноголетних значений, характерных для бассейна Средней Волги, что подтверждает единство пространственно-временных закономерностей формирования осадков в водоемах, расположенных в сходных физико-географических условиях.

Список литературы

1. Водные объекты Республики Татарстан. Гидрографический справочник. Казань: Фолиант, 2018. 512 с.
2. 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.
3. Зиганшин И.И., Иванов Д.В., Хасанов Р.Р. Генезис и

Таблица 2. Гранулометрический состав и содержание органического вещества в ДО озер (0–5 см)
Table 2. Grain size distribution of lake sediments (0–5 cm)

Озеро Lake	Глубина, м Depth, m	ППП, % LOI, %*	Гранулометрический состав, % Grain size, %						
			1–0.25 мм	0.25–0.05 мм	0.05–0.01 мм	0.01–0.005 мм	0.005–0.001 мм	<0.001 мм	<0.01 мм
Байкуль Bajkul'	1.1	1.3	0.3	81.3	6.9	2.8	5.0	3.7	11.5
	2.1	3.5	0.2	71.6	15.3	1.2	4.9	6.8	12.9
Волжское Volzhskoe	0.3	4.9	0.2	56.3	29.3	1.8	5.2	7.3	14.3
	2.3	11.5	–	0.7	34.8	12.5	24.7	27.3	64.5
Карташинское Kartashinskoe	1.0	0.4	5.6	88.2	0.7	1.1	4.0	0.5	5.6
	1.7	1.0	1.2	90.8	3.0	0.2	4.8	0.1	5.0
	2.7	12.7	–	35.1	35.7	8.3	9.4	11.5	29.3
Круглое Krugloe	1.3	10.7	–	12.6	52.4	12.2	8.6	14.2	35.1
	0.4	8.1	–	21.3	50.8	10.3	6.6	11.0	27.9
Сайкуль Sajkul'	0.8	16.4	0.1	34.5	33.0	9.8	16.7	5.9	32.4
	1.0	1.8	1.3	83.4	7.9	0.2	4.9	2.3	7.4
Старое Staroe	2.9	9.8	–	2.8	42.8	8.6	19.7	26.0	54.3
	0.6	2.2	0.6	67.3	17.6	2.8	6.7	5.0	14.5
Чебаркуль Chebarkul'	1.6	19.2	0.9	20.1	40.8	13.0	13.7	11.4	38.2

* ППП – потери при прокаливании
LOI – loss on ignition

Таблица 3. Показатели осадконакопления в озерах
Table 3. Sedimentation in the lakes

Озеро Lake	Объем озера, тыс. м ³ Lake volume, th. m ³	Средняя глубина озера, м Average depth, m	Мощность ДО, см Sediment thickness, cm		Скорость осадко-накопления, мм/год Sedimentation rate, mm/year		Объем ДО, м ³ Sediment volume, th. m ³	Уменьшение объема озера в результате заиления, % Decrease in lake volume as a result of sedimentation, %
			Макс. Max	Сред. Aver.	Макс. Max	Сред. Aver.		
Байкуль Vajkul'	747.5	1.4	27	15	4.3	2.3	63.6	7.9
Волжское Volzhskoe	105.2	1.2	26	20	4.1	1.9	16.0	13.2
Карташихинское Kartashihinskoe	465.4	0.8	40	19	6.3	1.2	88.9	16.0
Круглое Krugloe	12.2	0.8	13	11	2.1	1.3	1.6	11.6
Сайкуль Saikul'	33.2	0.6	32	22	5.1	0.9	13.8	29.4
Старое Staroe	146.2	1.5	48	27	7.6	2.4	23.8	14.0
Чебаркуль Chebarkul'	257.6	1.1	36	20	5.7	1.8	33.8	11.6

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

4. Иванов Д.В., Зиганшин И.И. Характеристика осадконакопления в озерах Республики Татарстан // Двадцать первое пленарное межвузовское совещание по проблеме эрозийных, русловых и устьевых процессов. Чебоксары, 2006. С.115–116.

5. Иванов Д.В., Осмелкин Е.В., Зиганшин И.И. Исследование современного и исторического осадконакопления в водоемах Приволжской возвышенности и Низменного Заволжья // Труды Карельского научного центра РАН. Сер. Лимнология и океанология. 2018. №9. С. 31–43. DOI: 10.17076/lim844.

References

1. Vodnye ob'ekty Respubliki Tatarstan. Gidrograficheskij spravocnik [Water bodies of the Republic of Tatarstan. Hydrographic reference book]. Kazan: Foliant, 2018. 512 p.

2. 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. No 2. P. 17–20.

3. Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Khasanov R.R. Genezis i morfometricheskaya 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 Volga-Kama reserve] // Rossijskij zhurnal prikladnoj jekologii [Russian journal of applied ecology]. 2021. No 1. P. 36–43. DOI: 10.24411/2411-7374-2020-10039

4. Ivanov D.V., Ziganshin I.I. Harakteristika osadkonakopleniya v ozerah Respubliki Tatarstan [Characteristics of sedimentation in the lakes of the Republic of Tatarstan] // Dvadcat' pervoe plenarnoe mezhdvuzovskoe soveshchanie po probleme erozionnyh, ruslovyh i ust'evykh processov [Twenty-first plenary interuniversity meeting on the problem of erosion, channel and estuarine processes]. Cheboksary, 2006. P.115–116.

5. Ivanov D.V., Osmelkin E.V., Ziganshin I.I. Issledovanie sovremennogo i istoricheskogo osadkonakopleniya v vodoemah Privolzhskoj vozvyshehnosti i Nizmennogo Zavolzh'ya [Study of modern and historical sedimentation in the reservoirs of the Volga Upland and the Low-land Zavolzh'ye] // Trudy KarNTs RAN. Seria limnologiya i okeanologiya [Transactions KarNTs RAN. Limnology and oceanology series]. 2018. No. 9. P. 31–43. DOI: 10.17076/lim844.

Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Khasanov R.R. Sedimentation in the lakes of the protected zone of the Saralinsky area of the Volzhsko-Kamsky reserve.

The characteristics of sedimentation and the properties of different types of sediments of the lakes of the Saralinsky area of the Volzhsko-Kamsky state nature biosphere reserve, formed in the middle of the 20th century during the flooding of depressions II above the floodplain terrace of the river Volga by the waters of the Kuibyshev reservoir, are given. The structure of upper sediments is dominated by sandy silts; buried peat and macrophytes are found in a number of lakes. The lake sedimentation occurs mainly due to the influx of terrigenous matter from the catchment area, and in a number of lakes that have not lost their connection with the reservoir due to river alluvium. The total sediment thickness did not exceed 50 cm. The average sedimentation rate in the lakes varies from 1.0 to 2.5 mm / year, and the maximum one reaches 7.5 mm / year. Over the 60 years of their existence, the lakes have silted up by an average of 8%.

Keywords: lakes; sediments; sedimentation; Volzhsko-Kamsky state natural biosphere reserve.

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: 14.05.2021

Одобрено рецензентами / Approved by reviewers: 28.05.2021

Принята к публикации / Accepted for publication: 15.06.2021

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

Rustam R. Khasanov, Junior 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.