



**Министерство природных ресурсов и экологии  
Российской Федерации**



**Федеральная система особо охраняемых  
природных территорий Минприроды России**



**Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Государственный природный заповедник «Присурский»**



**Чувашское отделение  
Русского энтомологического общества**

# **НАУЧНЫЕ ТРУДЫ**

**государственного природного  
заповедника «Присурский»**

**Том 38**

Более высокие показатели по содержанию макро- и микроэлементов в образце аллювиально-дерновой почвы (Б-3) абсолютно естественны (табл. 1), т.к. именно в них из-за особенностей формирования данных почв происходит аккумуляция минерального вещества. Следует отметить, что в аллювиально-болотных почвах содержание микроэлементов будет еще выше.

**Закключение.** Главной особенностью верхнего слоя почв Батыревского участка является их сильная гумусированность, независимо от типа почвы, высокое содержание обменного кальция, меди и бора. Почвы участка бедны цинком и марганцем.

Данное исследование можно считать лишь начальным этапом характеристики почв степных участков заповедника. В дальнейшем необходимо провести аналогичные исследования на Яльчикском участке заповедника. При этом есть необходимость закладки полных почвенных профилей глубиной до 2 м или до материнской породы.

**Благодарности.** За проведение лабораторных исследований почвенных образцов выражаю благодарность работникам лаборатории ФГБУ ГЦАС «Чувашский» (Чувашская Республика, Цивильский район, п. Опытный): Е.А. Васильевой – начальнику химико-аналитического отдела, Е.В. Новосельцевой – главному почвоведу, Т.В. Петровой – ведущему почвоведу и Н.А. Степановой – ведущему агрохимику. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (тема № 122072100053-1).

#### Литература

Балясный В.И. Почвенные и радиологические исследования на горях заповедника «Присурский» // Научные труды государственного природного заповедника «Присурский». 2014. Т. 29. С. 31–35.

Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения (утв. Минсельхозом РФ 24.09.2003, Россельхозакадемией 17.09.2003). М.: ФГНУ «Росинфорагротех», 2003. 240 с.

Самофалова И.А. Химический состав почв и почвообразующих пород: учебное пособие. Пермь: Изд-во ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2009. 132 с.

УДК 556.55:504.455 (470.41)

<sup>1,2</sup>Зиганшин И.И., <sup>1</sup>Иванов Д.В., <sup>1</sup>Хасанов Р.Р.

<sup>1</sup>Россия, г. Казань, Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан (обособленное подразделение ГНБУ «Академия наук РТ»), irek\_ziganshin@mail.ru, water-rf@mail.ru, rustamkhasanov88@gmail.com

<sup>2</sup>Россия, г. Казань, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», iriziganshin@kpfu.ru

## ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ОЗЕР ЛАИШЕВСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Khasanov R.R.

## GRANULOMETRIC COMPOSITION OF BOTTOM SEDIMENTS OF SPECIALLY PROTECTED LAKES IN LAISHEVSKY MUNICIPAL DISTRICT OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

**РЕЗЮМЕ.** В статье представлены результаты исследований гранулометрического состава донных отложений 13 особо охраняемых озер, расположенных на территории Лаишевского муниципального района Республики Татарстан. Проведенные исследования показали, что в исследуемых озерах наиболее распространены минеральные типы отложений, которые по гранулометрическому составу варьируют от песков до глинистых илов. Полученные результаты позволяют установить характер изменения уровня режима озер в прошлом, а также могут быть использованы в дальнейших гидробиологических и экологических исследованиях водоемов.

**SUMMARY.** The article presents the results of studies of granulometric composition of bottom sediments of 13 specially protected lakes located on the territory of Laishevsky municipal district of the Republic of Tatarstan. The studies have shown that the mineral types of bottom sediments are most widespread in the studied lakes, which by granulometric composition vary from sands to clayey silts. The results obtained allow to establish the nature of changes in the level regime of lakes in the past, and can also be used in further hydrobiological and ecological studies of water bodies.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА.** Гранулометрический состав, донные отложения, озера, особо охраняемые природные территории, Лаишевский муниципальный район, Республика Татарстан.

**KEYWORDS.** Granulometric composition, bottom sediments, lakes, specially protected natural areas, Laishevsky municipal district, Republic of Tatarstan.

### Введение

В настоящее время в Республике Татарстан насчитывается 38 озер, имеющих статус памятников природы регионального значения (включая водоемы, расположенные на территории комплексных памятников природы). Тринадцать озер-памятников природы (в том числе и наиболее крупные по площади и объему водных масс озера Ковалинское и Архирейское) расположены в Лаишевском муниципальном районе Республики Татарстан, являющемся пригородным по отношению к г. Казань. Данные водоемы имеют важное хозяйственное значение, являясь источником природного водоснабжения близлежащих населенных пунктов, сельскохозяйственных и промышленных предприятий. Ресурсы озер активно используются местным населением и жителями г. Казань в утилитарных и рекреационных целях, для проведения культурных и развлекательных мероприятий, оздоровительных и экскурсионных прогулок по прибрежной территории. Таким образом, несмотря на свой особый природоохранный статус, озерные экосистемы подвергаются большому антропогенному воздействию, существенно усилившемуся во второй половине XX столетия. Значительный забор озерной воды для питьевых и хозяйственных целей, масштабная застройка водоохранной зоны жилыми и промышленными объектами, размещение летних лагерей крупного рогатого скота и сельскохозяйственной водоплавающей птицы, массовый неорганизованный отдых на берегах и акватории озер – всё это отразилось не только на качестве воды, но и на сокращении площади их акватории и водности (Зиганшин, 1998; Горшкова и др., 2016; Иванов и др., 2016; Зиганшин и др., 2017, 2018; Мусин, Курлянов, 2019; Зиганшин и др., 2021, 2022, 2023).

В этой связи, оценка современного экологического состояния особо охраняемых озер Лаишевского муниципального района Республики Татарстан представляет несомненный интерес. Для озер, особенно мелководных, накопление донных отложений наряду с антропогенным эвтрофированием рассматривается как один из главных факторов их деградации (Драбкова, 1979; Драбкова, Сорокин, 1979; Зайков, 1983; Мартынова, 2010). Заиление озер минеральными и органическими взвесями ведет к изменению их морфометрических характеристик, постепенному зарастанию и потере водного зеркала. Как показывают исследования, даже особый природоохранный статус не может гарантировать сохранение экосистемы того или иного водного объекта, включая ее биологическое разнообразие (Яковлев и др., 2003; Зиганшин и др., 2018).

Сокращение числа озер вследствие заиления в течение последних 50 лет отмечается во многих регионах Среднего Поволжья, включая территорию Республики Татарстан. В этой связи установление закономерностей осадконакопления, изучение состава и свойств донных отложений озер представляют собой актуальные практические задачи, которые могут быть решены на основе проведения комплексных исследований, охватывающих все компоненты озерных экосистем и их водосборных территорий.

Важным инструментом исследования экологических процессов в водных экосистемах является исследование гранулометрического состава донных отложений озер. От количественного содержания частиц различного размера во многом зависит способность донных осадков накапливать различные поллютанты – тяжелые металлы, радиоактивные элементы, углеводороды, пестициды и др. Данные о содержании той или иной фракции дают представление о генезисе, физико-механических и химических свойствах, инженерно-геологических и геохимических особенностях и минеральном составе отложений (Рухин, 1969; Коваль, Войцеховский, 2001; Янин, 2009; Лукьянов и др., 2011).

### Материал и методика

Исследованы 13 озер, имеющих особый природоохранный статус, расположенных на территории Лаишевского муниципального района Республики Татарстан. В пространственном отношении район исследований располагается в юго-западной части Предкамья республики, на юго-восток от г. Казани, в левобережье р. Волги и правобережье р. Кама (рис. 1).



Рис. 1. Местоположение изученных озер-памятников природы Республики Татарстан.

Акватория и прибрежная территория большей части исследуемых озер активно используются в различных хозяйственно-бытовых целях, а также для оздоровления и в целях рекреации (Зиганшин, Иванов, 2017). Так, на берегу оз. Четово (памятник природы «Гнездовая колония озерной чайки») расположены отстойники птицефабрики, и его воды значительно подвержены загрязнению токсичным стоками хранилищ птичьего помета (в солевом составе преобладает хлорид-ион, что является нетипичным для химического состава поверхностных вод региона, где доминируют в ионном составе ионы  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{Ca}^{2+}$ ). Для части водоемов (оз. Заячье, оз. Лесное, оз. Сапуголи, оз. Свежее, оз. Столбище, оз. Четово) отмечается загрязнение вод органическими и биогенными веществами, что можно связать с их расположением вблизи или непосредственно в черте сельских населенных пунктов, из которых в озера поступают коммунально-бытовые стоки. Интенсивная хозяйственная и рекреационная деятельность на водосборах, проявившиеся в виде сельскохозяйственного освоения земель, строительства дорог, промышленной и жилой застройки, забора воды на питьевые и хозяйственные нужды, существенным образом сказываются на процессах заиления и эвтрофирования озер, что приводит к значимым изменениям их морфометрических показателей (Зиганшин и др., 2017).

Анализ гранулометрического состава донных отложений озер проведен на основе материала, собранного в 2019–2021 гг.

При выборе места отбора проб донных отложений на профундали озер ориентировались на выполненные в процессе обследования собственные измерения морфометрических и

батиметрических показателей водоемов. Промеры глубин осуществлялись с лодки при помощи лота с храпцом. Координаты точек промеров глубин фиксировались GPS-навигатором Garmin CSx 76. Информация об основных морфометрических показателях изученных озер приведена в табл. 1.

Таблица 1

Основные морфометрические показатели озер-памятников природы регионального значения в Лаишевском муниципальном районе Республики Татарстан

Озеро	Площадь, га	Объем, тыс. м <sup>3</sup>	Длина, м	Ширина, м		Глубина, м	
				сред.	макс.	сред.	макс.
Архиерейское	66,03	3763,7	2546	260	516	5,7	16,5
Заячье	11,31	169,6	1642	69	135	1,5	2,9
Ковалинское	85,99	2580,0	3730	231	941	3,0	12,0
Лесное	1,15	40,2	139	82	102	3,5	12,5
Моховое	5,08	304,8	602	27	187	6,0	11,0
Саламыковское	16,12	580,3	1697	95	148	3,6	8,0
Сапуголи	4,90	34,5	678	73	125	0,7	1,5
Свежее	0,68	25,9	132	52	74	3,8	6,0
Столбище	2,19	21,9	303	72	95	1,0	2,0
Черное (правобережье р. Меша)	3,84	57,6	463	83	125	1,5	3,1
Черное (левобережье р. Меша)	3,98	170,9	326	122	176	4,3	7,2
Четово	7,15	22,6	1363	53	119	0,3	1,0
Чистое	2,20	65,9	299	73	125	3,0	6,0

При отборе проб седиментов на литорали ограничивались изобатой 2 м. Поверхностные пробы донных отложений отбирались при помощи дночерпателя ДАК-100 в соответствии с ГОСТ 17.1.5.01-80. Вес образца отложений с естественной влажностью составлял не менее 500 г. В пределах водосборной площади изучаемых озер выполняли отбор смешанных образцов поверхностных горизонтов почв с глубины 0–20 см (ГОСТ 17.4.3.01-83). Анализ гранулометрического состава донных отложений проводили во влажных пробах по ГОСТ 12536-2014 пипеточным методом.

Лабораторные исследования выполнены на базе лаборатории биогеохимии Института проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан. Статистическая обработка данных выполнена согласно ГОСТ 20522-2012 и с использованием пакета STATISTICA 10.0.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Проведенные исследования показали, что в исследуемых озерах наиболее распространены минеральные типы отложений (с содержанием органического вещества менее 30%), которые по гранулометрическому составу варьируют от песков до глинистых илов (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика гранулометрического состава водораздельных почв и донных отложений (литораль, профундаль) озер-памятников природы регионального значения в Лаишевском муниципальном районе Республики Татарстан, %

	M*	Me	Min	Max	σ	m
1–0,25 мм						
Почвы	3,2	1,2	0,0	24,7	6,2	1,2
Литораль	8,3	3,6	1,3	24,5	8,0	2,4
Профундаль	1,1	1,3	0,5	1,5	0,3	0,2
0,25–0,05 мм						
Почвы	34,8	29,8	13,3	75,9	15,2	2,9
Литораль	54,9	57,6	23,5	84,5	20,5	6,1
Профундаль	10,9	10,8	2,4	19,5	5,3	1,6
0,05–0,01 мм						
Почвы	32,6	33,7	6,9	51,2	11,8	2,2
Литораль	21,5	23,05	1,6	53,8	17,7	5,3
Профундаль	30,4	29,6	13,4	49,6	8,3	2,8
0,01–0,005 мм						
Почвы	8,9	8,2	2,0	21,6	3,5	0,7
Литораль	3,7	2,25	0,6	9,9	3,1	0,9
Профундаль	14,3	15,9	8,4	19,6	3,2	0,9

0,005–0,001 мм						
Почвы	9,2	9,7	1,9	15,3	3,4	0,6
Литораль	4,3	1,5	0,5	15,9	4,4	1,4
Профундаль	18,7	18,4	8,6	26,7	4,9	1,4
<0,001 мм						
Почвы	11,4	11,1	2,1	20,9	5,6	1,1
Литораль	6,7	5,85	1,8	15,5	3,7	1,3
Профундаль	24,4	26,3	11,5	40,7	8,0	2,4
<0,01 мм						
Почвы	28,9	31,7	11,3	41,4	9,5	1,8
Литораль	13,2	8,2	1,2	39,9	10,9	3,2
Профундаль	58,2	59,6	29,6	79,3	12,0	3,6

Обозначения. М\* – средняя арифметическая, Ме – медиана, Min – минимум, Max – максимум,  $\sigma$  – стандартное отклонение, m – ошибка средней арифметической.

В целом, для донных отложений исследуемых озер свойственна общая для всех поверхностных водоемов закономерность распределения донных осадков: в литорали, особенно у самого берега водоема, находятся крупные гранулометрические фракции, осаждаются грубо-крупнозернистый материал, представленный гравием и песками. В sublиторали озерные отложения представлены преимущественно алевритовой фракцией 0,1–0,01 мм; по мере удаления от берега крупность фракции уменьшается. В глубоководной части озер идет увеличение тонкопелитовой, глинистой фракции (<0,001 мм), ее доля в среднем составляет 58,2%. Таким образом, традиционная картина распределения гранулометрического состава для большинства исследованных озер-памятников природы находит подтверждение.

Донные отложения литорали большинства исследованных озер представлены слабозаиленными песками с низким содержанием тонкодисперсных фракций (<20%), с доминированием мелкопесчаных и крупноалевритовых фракций. В глубоководной зоне озер (профундали) преобладают мелкоалевритовые и тонкопелитовые фракции. Имеющиеся единичные отклонения от данного правила связаны с высокой степенью развития литоральной зоны ряда озер и, как следствие, наличия значительного количества зарослей высшей водной растительности, создающей благоприятные условия для осаднения взвешенных веществ и накопления здесь наилка. Аккумуляция терригенной взвеси значительно снижает интенсивность заиления ложа водоемов и представляет собой важнейшую средообразующую функцию мелководий.

Наиболее показательный пример – мелководное пересыхающее оз. Четово (максимальная глубина около 1 м). В озерных отложениях литорали водоема доля фракции 1–0,25 мм составляет всего 1,3%, а фракции 0,25–0,05 мм – 23,5%. Для сравнения, в донных отложениях литорали самого глубоководного озера района – Архирейского (максимальная глубина более 16 м) – доля фракции 1–0,25 мм составляет всего 24,5%, а фракции 0,25–0,05 мм – 70,7% (табл. 3).

Таблица 3

Гранулометрический состав донных отложений озер-памятников природы регионального значения Республики Татарстан в Лаишевском муниципальном районе Республики Татарстан, %

Озера		Гранулометрические фракции, мм						
		1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	<0,01
Архирейское	Литораль	24,5	70,7	3,6	0,6	0,6	–	1,2
	Профундаль	1,4	19,5	49,6	8,4	8,6	12,6	29,6
Заячье	Литораль	3,4	39,1	36,7	5,6	4,3	10,8	20,7
	Профундаль	–	12,1	30,0	14,8	16,1	27,1	57,9
Ковалинское	Литораль	1,9	63,6	19,5	2,1	6,0	7,0	15,1
	Профундаль	0,8	6,6	13,4	11,9	26,7	40,7	79,3
Лесное	Литораль	2,9	36,0	53,8	2,1	1,4	3,9	7,4
	Профундаль	–	18,8	28,1	16,9	16,2	20,1	53,2
Моховое	Литораль	10,7	84,5	2,7	0,8	1,4	–	2,2
	Профундаль	1,3	15,5	26,7	11,7	24,8	20,2	56,6
Саламыковское	Литораль	13,4	80,9	1,6	0,9	1,5	1,8	4,1
	Профундаль	1,5	6,3	31,9	18,7	16,2	25,5	60,4
Сапуголи	Литораль	12,0	78,0	5,7	2,5	–	3,9	6,4
	Профундаль	–	9,7	29,6	13,1	15,7	32,1	60,8
Свежее	Литораль	22,9	53,3	15,3	2,4	0,5	5,7	8,6
	Профундаль	–	4,6	29,6	16,9	20,5	28,4	65,8

Столбище	Литораль	3,8	61,9	26,6	1,7	1,3	4,8	7,8
	Профундаль	1,3	2,4	30,9	14,3	22,6	28,5	65,4
Черное (правобережье р. Меша)	Литораль	2,0	39,1	35,6	9,9	6,4	7,2	23,4
	Профундаль	0,5	11,8	29,1	19,6	21,6	17,6	58,7
Черное (левобережье р. Меша)	Литораль	2,8	25,1	4,9	31,5	1,9	10,0	23,0
	Профундаль	0,5	12,3	47,6	8,4	19,8	10,7	38,9
Четово	Литораль	1,3	23,5	35,3	8,4	15,9	15,5	39,9
	Профундаль	1,1	15,2	40,9	17,3	14,2	11,5	42,9
Чистое	Литораль	1,3	28,0	49,5	7,5	7,8	6,0	21,2
	Профундаль	–	7,8	24,7	17,9	21,2	28,4	67,5

По сравнению с почвенным покровом водоразделов и осадками литорали озерные отложения профундали обогащены глинистыми частицами, что, по всей вероятности, является следствием их более успешного переноса в ходе эрозионного смыва. В верхнем (поверхностном) слое донных отложений профундали содержание фракций частиц размером <0,001 мм в среднем составляет около 25%. По классификации В.П. Курдина (1960) и В.В. Законнова (2007), подобный тип озерных отложений по гранулометрическому составу можно отнести к серым полужидким илам неорганического происхождения, которые отличает высокая степень сортировки. Грубых песчаных частиц здесь на порядок меньше, чем в почвах и озерных отложениях (табл. 2).

В донных отложениях литорали озер, как и в почвенном покрове водоразделов, явно доминируют мелкопесчаные и крупноалевритовые фракции. Почвы водосборной территории озер, как и осадки мелководной зоны, менее всего обогащены глинистыми частицами (табл. 1). Связано это с тем, что под влиянием поверхностного стока пахотный горизонт водораздельных почв теряет преимущественно глинистую фракцию. На территории Лаишевского муниципального района Республики Татарстан, где расположены исследуемые озера, почвы водоразделов дерново-подзолистые и серые лесные, чаще всего представленные их супесчаными и легкосуглинистыми разновидностями. Содержание пелитовой фракции в почвах составило около 12%, что в целом обусловлено литологической структурой четвертичных отложений.

#### Заключение

Таким образом, учитывая особый природоохранный статус исследуемых озер, проведенное изучение гранулометрического состава донных отложений дает информацию не только об осадконакоплении на дне водоемов, но и должно быть использовано в дальнейших гидробиологических и экологических исследованиях. Показатели гранулометрического состава донных отложений озер можно использовать в качестве реперных значений при оценке показателей антропогенного заиления других озерных экосистем региона.

**Благодарности.** Работа проведена в рамках выполнения государственного задания по теме: «Научно-методическое обеспечение оценки качества поверхностных вод Республики Татарстан» (этап «Исследование и оценка качества поверхностных вод и донных отложений особо охраняемых озер Республики Татарстан»).

#### Литература

Горшкова А.Т., Урбанова О.Н., Валетдинов А.Р., Павлова О.В., Бортникова Н.В., Семанов Д.А. Морфометрические и экологические преобразования озер – памятников природы // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. №5. Ч. 3. С. 174–178.

ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.

ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность.

ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.

ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.

Драбкова В.Г. Накопление органического вещества в озерах как результат продукционных и деструкционных процессов // Проблемы экологии Прибайкалья. Иркутск, 1979. Ч. 1. С. 10–12.

Драбкова В.Г., Сорокин И.Н. Озеро и его водосбор – единая природная система. Л.: Наука, 1979. 195 с.

Зайков В.Д. Очерки по озероведению. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 150 с.

Законнов В.В. Осадкообразование в водохранилищах Волжского каскада. Автореф. дисс. ... докт. геогр. наук. М., 2007. 40 с.

Зиганшин И.И. Изменение морфологических характеристик и экологического состояния озера Ковалинское под воздействием антропогенной нагрузки // Матер. науч.-пр. конф. «История, опыт работы и перспективы развития ЕГФ». Казань, 1998. Ч. II. С. 104–105.

Зиганшин И.И., Иванов Д.В. Рекреационная емкость как показатель эколого-туристского потенциала особо охраняемых озер Республики Татарстан // Теоретическая и прикладная экология. 2017. №1. С. 95–102.

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.

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.

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.

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.

Зиганшин И.И., Иванов Д.В., Хасанов Р.Р., Кузнецова А.В. Изменение морфометрических показателей озера Ковалинское в условиях антропогенной нагрузки // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: матер. XX Всерос. науч.-пр. конф. с междунар. участием. Киров: Вятский государственный университет, 2022. С. 25–28.

Зиганшин И.И., Хасанов Р.Р. Пространственно-временные изменения акватории озер-памятников природы Республики Татарстан // Матер. междунар. науч.-пр. конф. «Современная экология: образование, наука, практика». Воронеж: Научная книга, 2017. С. 207–209.

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.

Коваль С.А., Войцеховский Г.В. Компьютерная обработка результатов гранулометрического анализа и их генетическая интерпретация. Воронеж: ВГУ, 2001. 35 с.

Курдин В.П. О классификации и происхождении грунтов водохранилищ // Бюллетень Института биологии водохранилищ АН СССР. 1960. №8–9. С. 57–61.

Лукьянов С.А., Лебедев А.А., Шварцман Ю.Г. Гранулометрический состав донных отложений и его распределение в устьевой зоне р. Северной Двины // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Сер. Естественные науки. 2011. №2. С. 12–19.

Мартынова М.В. Донные отложения как составляющая лимнических систем. М.: Наука, 2010. 243 с.

Мусин Р.Х., Курлянов Н.А. Основные причины обмеление озер в Приказанском районе // Матер. II междунар. конф. «Озера Евразии: проблемы и пути их решения». Казань: Изд-во АН РТ, 2019. С. 125–128.

Рухин Л.Б. Основы литологии. Л.: Недра, 1969. 703 с.

Яковлев В.А., Горшкова А.Т., Зиганшин И.И., Иванов Д.В., Кондратьева Т.А., Халиуллина Л.Ю. Экологические проблемы охраняемых водных объектов Республики Татарстан // Заповедное дело в России: принципы, проблемы, приоритеты: матер. междунар. науч. конф. Бахилова Поляна, 2003. Т. 2. С. 507–510.

Янин Е.П. Особенности гранулометрического состава русловых отложений малой реки в зоне влияния промышленного города // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2009. №3. С. 69–74.