

**МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
**ПРИРОДНЫЙ ОРНИТОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРК
В ИМЕРЕТИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ**

**УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ
ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ
ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Том 9

**Сборник статей
IX Всероссийской (национальной)
научно-практической конференции
6 – 8 октября 2022, Сочи**

**Сочи
2022**

УДК 502.4

Редактор

к.г.н. Л.М. Шагаров

Рецензенты

д.б.н. Н.А. Битюков

к.б.н. П.А. Тильба

Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий. Том 9: Сборник статей IX Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (6–8 октября 2022, Сочи). – Сочи: ГКУ КК «Природный орнитологический парк в Имеретинской низменности», Донской издательский центр, 2022. 456 с. ISBN 978-5-6047416-6-5

Сборник статей IX Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий» содержит новые результаты работ по развитию систем ООПТ, эффективному управлению природоохранной деятельностью, проведению научных исследований, сохранению уникальных природных комплексов и объектов, экологическому просвещению, организации взаимодействия с волонтерами и другим актуальным вопросам функционирования ООПТ.

Издание предназначено для широкого круга экологов, географов, биологов, а также руководителей и сотрудников учреждений, осуществляющих управление особо охраняемыми природными территориями федерального, регионального и местного значения.

Материалы публикуются с максимальным сохранением авторской редакции

ISBN 978-5-6047416-6-5

© ГКУ КК «Природный орнитологический парк в Имеретинской низменности», 2022

© Копицентр1996, 2022

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ
И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕРА БАЙКУЛЬ
(ВОЛЖСКО-КАМСКИЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК)

Александрова Асель Биляловна

к.б.н., старший научный сотрудник
Институт проблем экологии и недропользования
ГНБУ «Академия наук Республики Татарстан», Казань
adabl@mail.ru

Иванов Дмитрий Владимирович

к.б.н, заместитель директора института по научной работе
Институт проблем экологии и недропользования
ГНБУ «Академия наук Республики Татарстан», Казань
water-rf@mail.ru

Зиганшин Ирек Ильгизарович

к.г.н., доцент, старший научный сотрудник
Институт проблем экологии и недропользования
ГНБУ «Академия наук Республики Татарстан», Казань
irek.ziganshin@tatar.ru

Валиев Всеволод Сергеевич

старший научный сотрудник
Институт проблем экологии и недропользования
ГНБУ «Академия наук Республики Татарстан», Казань
ipen-anrt@mail.ru

Хасанов Рустам Равилевич

научный сотрудник
Институт проблем экологии и недропользования
ГНБУ «Академия наук Республики Татарстан», Казань
ipen-anrt@mail.ru

Маланин Виталий Викторович

научный сотрудник
Институт проблем экологии и недропользования
ГНБУ «Академия наук Республики Татарстан», Казань
ipen-anrt@mail.ru

Марасов Антон Александрович

младший научный сотрудник
Институт проблем экологии и недропользования
ГНБУ «Академия наук Республики Татарстан», Казань
ipen-anrt@mail.ru

Аннотация. Проанализировано содержание тяжелых металлов (Cd, Pb, Co, Cu, Ni, Zn, Cr, Mn, Fe) в почвах водосборной площади и донных отложениях озера Байкуль, расположенного в охранной зоне Саралинского участка Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника (Республика

Татарстан). Концентрации металлов в исследуемых средах не превышают региональные нормативы фоновое содержания. Высокая подвижность в почвах характерна для Zn, Cd, Co, в донных отложениях – для Pb, Mn, Cd. Низкой подвижностью как в почвах, так и в донных отложениях обладает Fe.

Ключевые слова: Волжско-Камский биосферный заповедник, донные отложения, озеро Байкуль, почвы, тяжелые металлы, фоновое содержание.

Тяжелые металлы являются одними из приоритетных загрязняющих веществ, подлежащих мониторингу и контролю в компонентах окружающей среды. В отличие от загрязнителей органической природы, которые в той или иной степени могут разлагаться в естественной среде, металлы не подвержены разложению. Процессы их накопления в почвах и донных отложениях носят пролонгированный характер (Мур и др., 1987; Сагит и др., 1990). Контроль за содержанием тяжелых металлов включен в отечественные и зарубежные программы мониторинга загрязнения окружающей среды, в т. ч. они подлежат обязательному определению на фоновых станциях в биосферных заповедниках.

Целью настоящей работы явилось изучение содержания тяжелых металлов в почвах водосборной территории и донных отложениях крупнейшего водоема Саралинского участка Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника – озера Байкуль.

Территориально озеро Байкуль находится в Лаишевском муниципальном районе Республики Татарстан и входит в систему озер охранной зоны Саралинского участка Волжско-Камского государственного природного заповедника (рис. 1).

Озеро расположено на второй надпойменной террасе р. Волга. Оно образовалось в результате повышения грунтовых вод после заполнения чаши Куйбышевского водохранилища в 1957 г. и представляет собой вытянутый с юга на северо-восток водоем длиной 2707 м и максимальной глубиной 2.7 м.

Рельеф водосборной территории представлен пологим склоном восточной (уклон менее 10°) и крутым склоном северо-западной экспозиции (уклон 25–35°). Вдоль берегов в восточной части озера произрастают хвойные и хвойно-лиственные фитоценозы, в западной – луговая растительность. Почвообразующие породы здесь представлены древне- и среднечетвертичными аллювиальными отложениями р. Волга, в составе которых преобладают мелкозернистые кварцевые пески, переслоенные коричневыми суглинками. На всей территории распространены покровные элювиально-делювиальные отложения.

Материал собран в летний период 2020 г. в ходе натурных полевых исследований. Для изучения миграции вещества в системе водосбор-озеро в пределах водосборной площади проводили закладку почвенных разрезов и отбор смешанных почвенных проб верхнего (A1) горизонта почв. Отбор проб поверхностных слоев донных отложений (0–10 см) осуществлялся дночерпателем ДАК-100. При выборе места отбора проб донных отложений ориентировались на результаты батиметрических исследований.

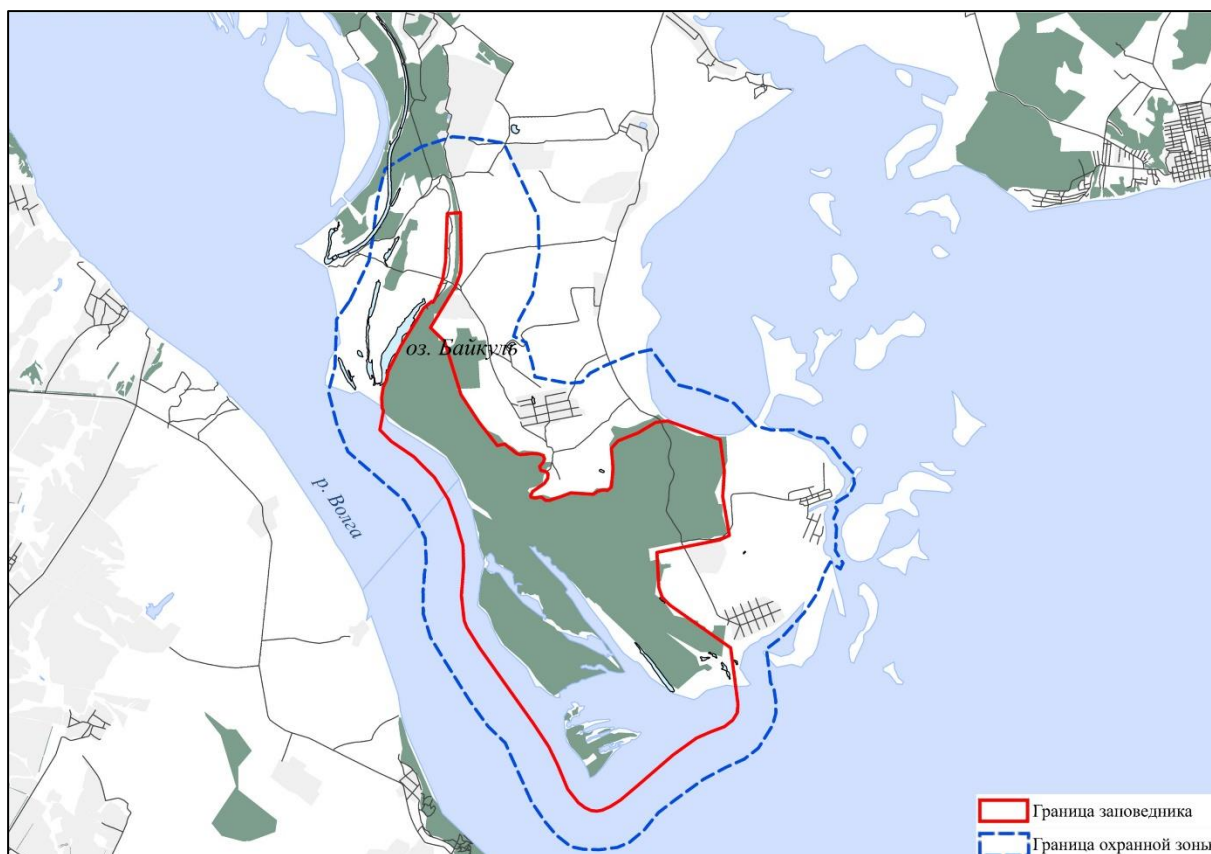


Рисунок 1 – Месторасположение озера Байкуль
(сплошной линией обозначена заповедная зона, пунктиром – охранный)

В образцах почвы и донных отложений стандартными методами определяли: гранулометрический состав, рН водной вытяжки, содержание органического вещества (гумуса – в почвах; потери при прокаливании – в донных отложениях), кислоторастворимых ($5M\ HNO_3$) и подвижных форм (ацетатно-аммонийный буфер с $pH=4.8$) металлов – Cd, Pb, Co, Cu, Ni, Zn, Cr, Mn, Fe. Величину подвижности металлов рассчитывали как отношение концентраций их подвижных форм к общему содержанию, выраженное в процентах.

Статистическая обработка данных выполнена с использованием программы Statistica 6.0.

Почвы водосборной территории озера представлены дерново-подзолистыми, серыми лесными естественными и старопахотными разностями. Мощность гумусового горизонта дерново-подзолистых почв не превышает 15 см, серых лесных – 24 см. Гранулометрический состав почв варьирует от супесчаного до среднесуглинистого, доминируют легкосуглинистые разновидности с преобладанием мелкопесчаных и крупнопылеватых фракций (табл. 1). Высокая вариабельность содержания частиц физической глины ($V=65\%$) обусловлена присутствием почвообразующих отложений различного генезиса.

Донные осадки литоральной зоны озера представлены песчанистыми илами, глубоководной зоны – однородными черными или серыми глинистыми илами с неясной слоистостью (Зиганшин и др., 2021а, б). Распределение гранулометрических фракций в донных отложениях близко к таковому в почвах.

Таблица 1

Средние показатели физико-химических свойств водосборных почв
и донных отложений оз. Байкуль

Объект	pH	ОВ	Содержание гранулометрических фракций (мм), %						
			1– 0.25	0.25– 0.05	0.05– 0.01	0.01– 0.005	0.005– 0.001	<0.001	<0.01
Почвы	5.8	4.0	3.6	48.0	25.1	5.6	8.7	9.0	23.3
Донные отложения	6.2	5.3	0.2	57.4	21.1	3.2	9.5	8.6	21.3

Примечание:

ОВ – органическое вещество.

Содержание органического вещества в водосборных почвах варьирует от 1.5 до 6.5%. Минимальное его количество наблюдается в старопахотных серых лесных почвах, максимальное – в дерново-подзолистых под луговой растительностью. Среднее содержание гумуса в водосборных почвах озера соответствует количественным показателям, диагностированным в естественных зональных типах почв (Александрова и др., 2021).

Накопление органического вещества в донных отложениях водоема (табл. 1) находится в диапазоне, характерном для фоновых озер Республики Татарстан (Иванов и др., 2020).

Реакция среды водной вытяжки почв водосборной территории и донных отложений озера находится в диапазоне слабокислой (табл. 1).

Содержание кислоторастворимых и подвижных форм тяжелых металлов в почвах водосборной территории и в донных отложениях озера в основном соответствовало их фоновым концентрациям (Региональные..., 2015, 2019) (табл. 2). Отмечены случаи превышения содержания подвижных форм ряда металлов в почвах (Co – в 7–10 раз (43% проб) и донных отложениях (Co – в 3–4 раза (50% проб), Mn – в 4–17 раз (100% проб)).

Убывающие геохимические ряды подвижности тяжелых металлов в почвах и донных отложениях выглядят следующим образом (рис. 2):

почвы: $Zn > Cd > Co > Cr > Cu > Mn > Ni > Pb > Fe$;

донные отложения: $Pb > Mn > Cd > Co > Cu > Zn > Ni > Cr > Fe$.

Наибольшая подвижность в почвах отмечается для Zn, Cd, Co, в донных отложениях – для Pb, Mn, Cd. Наименьшей подвижностью, как в почвах, так и в донных отложениях обладает Fe.

Различия окислительно-восстановительных и кислотно-основных условий в почвах водосбора и донных отложениях обуславливают различную подвижность в них исследуемых металлов. Так, подвижность Zn в почвах водосборной территории в 4.8 раза выше, чем в донных отложениях. В донных отложениях растут показатели подвижности Pb и Mn, которые в 5–15 раз выше, чем в почвах (рис. 2).

Таблица 2

Содержание ТМ в почвах водосборной территории
и донных отложениях оз. Байкуль, мг/кг

Металлы	Почвы		Донные отложения	
	Среднее содержание	Фон	Среднее содержание	Фон
Кислоторастворимые формы				
Cd	0.30	0.50	0.40	0.22
Pb	6.2	12.0	9.4	7.0
Co	6.3	8.0	7.9	6.8
Cu	6.8	14.0	10.8	8.3
Ni	12.9	25.0	20.0	21.3
Zn	7.8	40.0	24.2	23.6
Cr	8.6	22.0	14.3	9.5
Mn	576.6	570.0	404.4	203.3
Fe	6434.0	–	11335.7	–
Подвижные формы				
Cd	0.06	0.10	0.11	0.06
Pb	0.22	2.00	1.40	1.90
Co	0.43	0.10	0.51	0.24
Cu	0.37	0.40	0.62	0.51
Ni	0.82	1.00	1.09	0.64
Zn	2.11	2.50	1.82	2.33
Cr	0.47	0.60	0.62	0.45
Mn	40.86	55.0	174.29	40.7
Fe	47.09	–	372.57	–

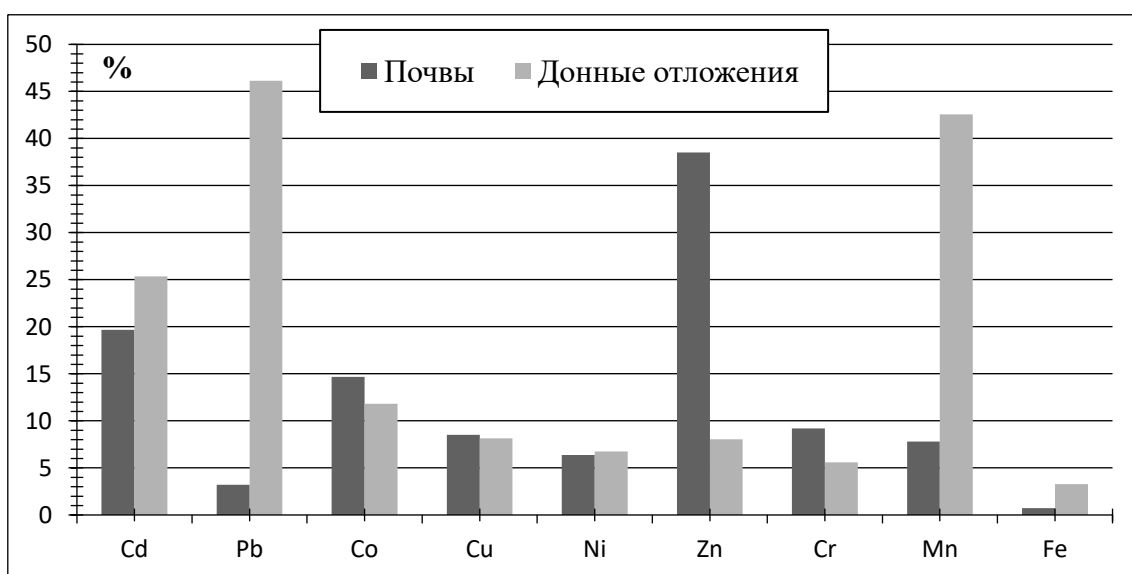


Рисунок 2 – Подвижность тяжелых металлов в почвах
и донных отложениях озера Байкуль

Полученные данные представляют актуальность для проведения фоновый мониторинга на территории Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника.

Список использованных источников

Александрова А.Б., Иванов Д.В., Кулагина В.И., Маланин В.В., Марасов А.А. Почвы Саралинского участка Волжско-Камского заповедника по классификации почв 2004 г. // Российский журнал прикладной экологии. № 1. 2021. С. 44–51.

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. № 1. 2021. С. 36–43.

Зиганшин И.И., Иванов Д.В., Хасанов Р.Р. Осадконакопление в озерах охранной зоны Саралинского участка Волжско-Камского заповедника // Российский журнал прикладной экологии. № 2. 2021. С. 47–52.

Иванов Д.В., Валиев В.С., Зиганшин И.И., Шамаев Д.Е., Паймикина Е.Е., Марасов А.А., Маланин В.В. Структурная взаимосвязь гранулометрического состава, содержания органического вещества и тяжелых металлов в донных отложениях // Российский журнал прикладной экологии. № 2. 2020. С. 23–30.

Мур Д., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. М.: Мир, 1987. 288 с.

Региональные нормативы «Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах Республики Татарстан». Утв. Приказом Министерства экологии и природных ресурсов РТ от 30.12.2015 № 1134-к.

Региональные нормативы «Фоновое содержание тяжелых металлов в донных отложениях поверхностных водных объектов Республики Татарстан». Утв. Приказом Министерства экологии и природных ресурсов РТ от 27.03.2019 г. № 316-п.

Саев Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей. М.: Недра, 1990. 335 с.