

---

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения**  
**высшего образования**  
**«Оренбургский государственный университет»**

**Институт наук о Земле**



**Сборник материалов**  
**VI Всероссийская научно-практическая конференция**  
**26 ноября 2024 г.**

**Рекомендовано ученым советом федерального государственного**  
**бюджетного образовательного учреждения высшего образования**  
**«Оренбургский государственный университет»**

**Оренбург**  
**2025**

УДК 55:502/504(063)  
ББК 26.3я431 + 20.18я431  
Р32

Рецензент – академик РАН, научный руководитель Института степи УрО РАН, вице-президент РГО, председатель Оренбургского отделения РГО, доктор географических наук, профессор Чибилев А.А.

Научные редакторы: Петрищев В.П. д-р геогр. наук, доцент, Воробьев А.Л. канд. техн. наук, доцент.

Редакционная коллегия: Петрищев В.П. д-р геогр. наук, доцент, Леонтьева Т.В. канд. геол.- минерал. наук, доцент, Воробьев А.Л. канд. техн. наук, доцент, Глуховская М.Ю. канд. техн. наук, доцент, Куделина И.В. канд. геол. - минерал. наук, доцент, Букина Т.С. ведущий инженер.

Р32

**Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности:** сборник материалов VI Всероссийской научно-практической конференции / под редакцией Петрищева В.П., Воробьева А.Л.; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2025. – 596 с.



ISBN 978-5-7410-3348-7

Сборник материалов VI Всероссийской научно-практической конференции: «Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности» могут быть использованы научными работниками, аспирантами и студентами в научно-исследовательской, учебно-методической и практической работе.

Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

УДК 55:502/504(063)  
ББК 26.3я431 + 20.18я431



ISBN 978-5-7410-3348-7

© Коллектив авторов, 2025  
© ОГУ, 2025



<b>СЕКЦИЯ 1 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНА .....</b>	<b>13</b>
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ Айсагалиев А.В. ....	13
ПОДВИЖНЫЕ ФОРМЫ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БАЙМАКСКОГО РАЙОНА И ГОРОДА СИБАЙ БАШКОРТОСТАНА Акулов Д.А. ....	17
АНАЛИЗ ПО ТУШЕНИЮ ПОЖАРОВ ЗА ПЕРВОЕ ПОЛУГОДИЕ 2024 ГОДА ПО ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ Альмурзинов Т. Ж., Иткулов И.И., Савченкова Е.Э. ....	23
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАХОРОНЕНИЙ НЕФТЕШЛАМОВ НА ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ Байтелова А.И. ....	28
УСТОЙЧИВЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРАКТИКИ В УПРАВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ Дудоров В.Е., Баширов В.Д., Рахимова Н.Н., Байтелова А.И. ....	33
ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ АВИАЦИОННОЕ ТОПЛИВО Дудоров В.Е., Баширов В.Д., Рахимова Н.Н., Байтелова А.И. ....	37
ВОЗДЕЙСТВИЯ ШУМА НА АВИАЦИОННЫЙ ПЕРСОНАЛ Дудоров В.Е., Баширов В.Д., Рахимова Н.Н., Горшенина Е.Л. ....	41
ЗНАЧЕНИЕ АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ЕЁ ОЦЕНКА И ПУТИ УКРЕПЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ Дудоров В.Е., Баширов В., Рахимова Н.Н., Горшенина Е.Л. ....	46
ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ В СООТВЕТСТВИИ С ПРИНЦИПАМИ КОНЦЕПЦИИ SMART Дудоров В.Е., Баширов В.Д., Рахимова Н.Н., Солопова В.А. ....	51
ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Дудоров В.Е., Баширов В.Д., Рахимова Н.Н., Солопова В.А. ....	57
ВОЗДЕЙСТВИЯ ШУМА НА АВИАЦИОННЫЙ ПЕРСОНАЛ Дудоров В.Е., Баширов В.Д., Рахимова Н.Н., Горшенина Е.Л. ....	63

**ПОДВИЖНЫЕ ФОРМЫ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ВОДНЫХ  
ОБЪЕКТОВ БАЙМАКСКОГО РАЙОНА И ГОРОДА СИБАЙ  
БАШКОРТОСТАНА**

**Акулов Д.А.**

Научный руководитель: Опекунов А.Ю., д.г.-м.н., профессор, профессор  
кафедры геоэкологии СПбГУ  
*Санкт-Петербургский государственный университет*

**MOBILE FORMS OF METALS IN BOTTOM SEDIMENTS OF  
WATER BODIES OF BAYMAK DISTRICT AND SIBAI TOWN OF  
BASHKORTOSTAN**

**Akulov D.A.**

Research advisor: Opekunov A.Y., Professor, Professor of the Department of  
Geoecology of St. Petersburg State University  
*St. Petersburg State University*

*Аннотация: Проанализировано распределение подвижных форм металлов в донных осадках водных объектов Башкирского Зауралья. Главные причины аномально высоких концентраций рудных металлов в реке Карагайлы – вынос этих металлов с подотвальными и карьерными водами и последствия дноочистных работ в среднем и нижнем течении Карагайлы.*

*Ключевые слова: экологическая седиментология, донные осадки, водные объекты, горнодобывающая деятельность, тяжёлые металлы.*

*Abstract: It tells about the history of pollution of the water bodies of the town of Sibai over the past 20 years. The main reasons for the abnormally high concentrations of ore metals in the Karagaily River are the removal of these metals from the base-ment and quarry waters and the consequences of bottom cleaning operations in the middle and lower reaches of the Karagaily.*

*Keywords: environmental sedimentology, bottom sediments, water bodies, mining activities, heavy metals.*

Баймакский район Башкортостана находится в пределах медно-цинковой рудной зоны. В 1956 г. начал работу Башкирский медно-серный комбинат, бывший градообразующим предприятием города Сибай до 2000-х годов. Добыча руды велась открытым способом до 2004 г., что привело к образованию карьера глубиной 500 м и диаметром около 2 км. Деятельность Башкирского медно-серного комбината, в особенности добыча руды открытым и шахтным способами, привела к образованию обширных отвалов, загрязнению

карьерными, а также подотвальными водами реки Карагайлы и других водных объектов Сибая и Баймакского района.

Водные объекты (водоёмы и водотоки) - неотъемлемая часть природных экосистем, используются в хозяйственной деятельности для сельскохозяйственных, промышленных, бытовых нужд, поэтому оценка их загрязнения очень важна. Цель данной работы – выявить особенности распределения подвижных форм металлов в донных осадках водных объектов Баймакского района и города Сибай Башкортостана.

В результате гипергенных изменений труднорастворимые сульфиды окислялись в хорошо растворимые сульфаты в присутствии кислорода и окислителей  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Из-за этого резко снижался рН вод, рос окислительно-восстановительный потенциал, что связано с переходом переменновалентных элементов в высшие степени окисления [1].

До 2011 г. формирование гидрогеохимического режима Карагайлы происходило в основном под влиянием подотвальных и сброса промышленных вод [5].

В 2011 г. гидрогеохимическая обстановка изменилась. В верхнем течении были введены очистные сооружения, принимающие карьерные и рудничные воды. Валовое содержание металлов в донных осадках увеличилось, но понизились концентрации их подвижных форм [5].

В 2015-2016 гг. в среднем и нижнем течении реки были проведены работы по очистке дна, при которых были вскрыты толщи восстановленных осадков с высокой концентрацией металлов, особенно железа в форме  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{FeSO}_4$  [4]. Из-за дноочистных работ и выпрямления русла разрушились все геохимические барьеры [3]. Сформировалась новая гидрогеохимическая обстановка, характеризующаяся ростом содержания железа в воде и донных отложениях, уменьшением доли сорбционно-карбонатных форм металлов и смещением максимума содержания рудных металлов (Fe, Cu, Zn, Cd) в донных осадках к устью Карагайлы [5].

В июле 2023 г. было отобрано 16 проб донных осадков: 4 на озере Култубан (2301, 2302.1, 2302.2, 2302.3), 2 на озере Талкас (2313, 2314), 1 в реке Камышлы-Узяк (2303), 2 в реке Худолаз (2309, 2311) и 7 в реке Карагайлы (2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2310, 2312).

На Талкасе и Култубане было взято по одной пробе воды и по одному керну донных осадков (на Култубане была взята ещё одна проба у берега из-за существенного различия по гранулометрическому составу с керном, взятым на удалении от берега).

Картосхемы точек отбора проб воды и донных осадков представлены на рис. 1.



Рисунок 1 – Картосхема точек отбора проб воды и донных осадков в Сибее (на врезках на Култубане и Талкасе)

Определялись подвижные формы металлов (Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, V, Zn) в вытяжках донных осадков, кроме проб 2304, 2305, 2306, 2308, 2309 и 2311, в которых анализировалось отдельно валовое содержание. Пробоподготовка производилась в течение 2 суток перед анализом в соответствии с РД 52.18.289-90 [6]. Подвижные формы ТМ из донных осадков извлекались ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8. Проводился анализ полученных вытяжек на оптическом эмиссионном спектрометре ICPE-9000 в ресурсном центре СПбГУ «Методы анализа состава вещества».

Суммарный индекс загрязнения донных осадков вычисляется по следующей формуле только для тех металлов, содержания которых превышают фоновые:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{iф}} \quad (n-1) \quad (1),$$

где  $C_i$  - фактическое содержание металла,  $C_{iф}$  - фоновое содержание металла,  $n$  - количество проанализированных металлов.

При  $Z_c < 10$  уровень техногенного загрязнения низкий,  $10 < Z_c < 30$  средний,  $30 < Z_c < 100$  высокий,  $100 < Z_c < 300$  очень высокий, при  $Z_c > 300$  чрезвычайно высокий [2].

В табл. 1 представлены суммарные индексы загрязнения донных осадков и их расчёты. В качестве фона для Карагайлы принята река Камышлы-Узяк.

Для Култубана и Талкаса в качестве фона принят нижний (доиндустриальный) горизонт донных осадков.

Таблица 1 – Суммарный индекс загрязнения донных осадков Карагайлы, Култубана и Талкаса

	а, мг/ кг	а, мг/ кг	д, мг/ кг	о, мг/ кг	г, мг/ кг	ц, мг/ кг	е, мг/ кг	п, мг/ кг	і, мг/ кг	б, мг/ кг	г, мг/ кг	, мг/ кг	п, мг/ кг		с
РІ р. Карагайлы у Зилаирского шоссе	.52	.33	.60	.06	.96	.90	.58	.13	.40	.28	.42	.10	.00		4
РІ р. Карагайлы перед устьем	.60	.62	.8	.86	.62	.5	.35	.06	.19	.17	.79	.10	.6		91
РІ р. Карагайлы, дер. Калинино	.63	.42	.13	.23	.12	.1	.19	.94	.47	.06	.67	.10	.5		72
Сф (р. Камышлы-Узяк)	9.8	1400	.83	.35	.52	.99	0.3	78	.73	.58	6.0	.199	3.1	-	-
РІ оз. Култубан, 0-32 см	.27	.05	.00	.41	.5	.11	.45	.83	.96	.71	.04	.69	.17		31
РІ оз. Култубан, 32-35 см	.61	.22	.00	.56	.00	.3	.40	.60	.58	.24	.02	.22	.00		5
Сф оз. Култубан, 35-45 см	1.2	00400	.02	.76	.02	.02	7.7	076	.34	.18	20	.98	.46	-	-
РІ оз. Талкас,	.41	.31	.00	.43	.15	.03	.32	.95	.09	.00	.31	.75	.71		.07



3-23 см															
Сф оз. Талкас, 23-45 см	7.4	360 0	.02	.86	.40	.62	1.6	32	.50	.80	6	.70	.92	-	-

Зелёным цветом в табл. 1 выделены индексы загрязнения, не превышающие 1 и не учитывающиеся в расчёте, красным высокие индексы загрязнения ( $PI = C_i/C_{ф} > 6$ ). 5 из 6 коэффициентов загрязнения по Mn и V, 4 по Cd, Cr и Pb, 3 по Ni и Zn оказались ниже 1. По Cu и Sr все коэффициенты загрязнения выше 1. Наибольшие индексы загрязнения наблюдаются у Cu (до 111 в верхнем слое Култубана), а также Cd (до 17,5 в Карагайлы перед устьем) и Zn (до 95,67 в Карагайлы перед устьем).

В донных осадках Карагайлы у Зилаирского шоссе высокий коэффициент загрязнения стронцием, перед устьем Cd, Cu Zn, а в Калинине ещё и Co. У Зилаирского шоссе средний уровень техногенного загрязнения (суммарный индекс 14), в низовьях Карагайлы уровень техногенного загрязнения очень высокий, выше, чем в Култубане (суммарный индекс 172 в Калинине и 191 перед устьем).

В верхних горизонтах Култубана наблюдается загрязнение хромом и медью, в верхнем 32-сантиметровом горизонте очень высокий (суммарный индекс 131) уровень техногенного загрязнения, в среднем горизонте высокий (35) уровень техногенного загрязнения. В верхнем горизонте донных отложений Талкаса по сравнению с нижним суммарный индекс загрязнения небольшой (4,07), уровень загрязнения низкий. Основные металлы-поллютанты в донных осадках – Cu, Zn и Cd.

Озеро Талкас почти не затронуто загрязнением горнодобывающей промышленности: содержания металлов в донных осадках в нём имеет значения, наиболее близкие к природным; Култубан и реки Камышлы-Узяк и Худолаз подверглись несколько большему воздействию, а Карагайлы – значительному загрязнению, связанному с деятельностью Башкирского медно-серного комбината.

Основные причины аномально высоких содержаний рудных металлов (в первую очередь, Cu, Zn и Cd) в донных отложениях реки Карагайлы – их вынос с подотвальными и карьерными водами, а также последствия дноочистных работ. В низовьях Карагайлы зафиксировано загрязнение этими же элементами и особенно железом донных отложений, что вызвано, по-видимому, работами по очистке дна. Масса металлов, выносимых в результате горнорудного техногенеза, практически на порядок больше, чем естественный вынос из реки Худолаз в реку Урал. Низовья Карагайлы и Худолаз ещё не восстановились после вторичного загрязнения от дноочистных работ, и динамика снижения загрязнения непостоянна.

*Исследования проведены с использованием оборудования ресурсного центра Научного парка СПбГУ «Методы анализа состава вещества».*



## Список использованной литературы

1. Опекунов А. Ю., Леонтьева Л. В., Куприна М. С. Геохимические особенности современного осадкообразования в районе разработки Сибайского медноколчеданного месторождения (Южный Урал) //Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2010. – №. 2. – С. 84-98.
2. Опекунов А.Ю., Янсон С.Ю., Опекунова М.Г., Коршунова Д.В., Сомов В.В. Гидрогеохимическая трансформация малых рек под воздействием горнодобывающих предприятий (на примере р. Карагайлы, г. Сибай) // Вопросы степеведения. 2022. № 3. С. 12-22.
3. Опекунов А. Ю. и др. Анализ накопленного экологического ущерба в речных системах на территории Сибайского медноколчеданного месторождения //Сергеевские чтения. – 2019. – С. 349-354.
4. Опекунов А. Ю. и др. Влияние разработки Сибайского месторождения (Южный Урал) на трансформацию потока<sup>®</sup> металлов в подчиненных ландшафтах //Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2018. – №. 1. – С. 14-24.
5. Опекунова М.Г., Арестова И.Ю., Елсукова Е.Ю. Методы физико-химического анализа почв и растений: Методические указания. – СПб.: Изд-Во С.-Петербур. ун-та, 2002. 70 с.
6. Опекунов А.Ю. Экологическая седиментология: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2012. – 224 с.

