

[219cd14f78d6f6d08cdfaf6c7fdb5dd2-](https://lukoil.ru/FileSystem/9/155747.pdf)

[XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI4MDU2Mjg1MDtBUzoyNTY4Mjk5NzlyODMzOTJAMTQzODI0NDQ0NTYzMw%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf](https://lukoil.ru/FileSystem/9/155747.pdf)

5. Спутниковый мониторинг Юго-Восточной части Балтийского моря. Отчет 2004 Нефтяной Компании ЛУКОЙЛ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lukoil.ru/FileSystem/9/155747.pdf>

УДК 556.555.6 : 504.064.36

ФОРМЫ МИГРАЦИИ СВИНЦА, МЕДИ И ЦИНКА В ВОДАХ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. КАЗАНКА

Иванов Д.В., кандидат биологических наук, зам. директора по научной работе;

Валиев В.С., старший научный сотрудник;

Маланин В.В., научный сотрудник;

Зиганшин И.И., кандидат географических наук, старший научный сотрудник

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Изучено содержание меди, цинка и свинца в водах нижнего течения р. Казанка в сезонной динамике. Металлы мигрируют в воде преимущественно в растворенной форме. Доля антропогенного свинца, поступающего в Куйбышевское водохранилище со стоком р. Казанка, составляет 78%, меди – 55%, цинка – 5%.

Ключевые слова: тяжелые металлы, формы миграции, сезонная динамика, мониторинг, река Казанка.

FORMS OF MIGRATION OF LEAD, COPPER AND ZINC IN THE WATERS OF THE LOWER CURRENT OF THE KAZANKA RIVER

Ivanov D.V., candidate of biological sciences, deputy director

Valiev V.S., senior researcher

Malanin V.V., researcher

Ziganshin I.I., candidate of geographical sciences, senior researcher

Annotation: The content of copper, zinc and lead in the waters of the lower reaches of the river was studied. Kazanka in seasonal dynamics. Metals migrate in water mainly in dissolved form. The share of anthropogenic lead entering the Kuibyshev reservoir with the river. Kazanka accounts for 78%, copper - 55%, zinc - 5%.

Keywords: heavy metals, forms of migration, seasonal dynamics, monitoring, Kazanka river.

В водоемах Республики Татарстан систематически отмечаются превышения концентраций растворенных форм тяжелых металлов (ТМ) – меди, цинка, марганца. В число водных объектов, на которых периодически наблюдаются

отклонения от ПДК, входит и р. Казанка в ее нижнем течении. Важное внимание, которое в последние несколько лет уделяется экологическому состоянию Казанки на государственном уровне, диктует необходимость организации и проведения здесь детальных исследований качества вод по гидрохимическим показателям, включая содержание приоритетных загрязняющих веществ. Цель исследования: определить соотношение миграционных форм и уровень загрязнения ТМ (Pb, Cu и Zn) вод нижнего течения р. Казанка на участке от Голубых озер до г. Казани.

Пробы для химического анализа отбирали ежемесячно в 2017-2018 гг. г. из поверхностного горизонта на двух станциях, расположенных ниже Большого Голубого озера и в Казанском заливе Куйбышевского водохранилища (КВ), у третьей транспортной дамбы. Из Голубых озер в р. Казанка поступает порядка 1 м³/с минерализованных подземных вод. Станция, расположенная в черте г. Казани, подвержена влиянию сбросов промышленных предприятий и ливневых сточных вод с территории города. Данный участок реки находится в подпоре водохранилища, водные массы формируются здесь не только за счет стока р. Казанка, но и периодического «захода» волжских вод при высоких уровнях воды.

Пробы объемом 1 фильтровали через мембранный фильтр с диаметром пор 0.45 мкм с использованием вакуумной установки. Фильтрат упаривали до влажного осадка. Осадок растворяли в 0.1н HNO₃. Взвеси, оставшиеся на фильтре, разлагали 5н HNO₃. Концентрацию металлов в растворе измеряли пламенным атомно-абсорбционным методом на приборе Analyst-400.

Содержание растворенных и взвешенных форм ТМ в речной воде за период наблюдений было весьма варибельным, что можно объяснить влиянием как природных, так и антропогенных факторов (табл. 1).

Таблица 1

Показатели варибельности растворенных и взвешенных форм ТМ в водах р. Казанка

ТМ	Формы миграции	Me	Min	Max	LQ	UQ
Голубые озера						
Pb	Растворенные формы, мкг/л	1.8	0.1	17.0	0.5	6.6
	Взвешенные формы, мкг/л	0.8	0.2	11.9	0.5	3.2
	Растворенные формы, %	62	0.4	95	25	87
Cu	Растворенные формы, мкг/л	0.7	0.2	2.8	0.3	1.9
	Взвешенные формы, мкг/л	0.3	0.03	1.4	0.1	0.6
	Растворенные формы, %	80	23	93	57	89
Zn	Растворенные формы, мкг/л	3.8	1.5	9.4	2.1	5.8
	Взвешенные формы, мкг/л	1.8	0.1	3.5	0.5	1.9
	Растворенные формы, %	76	45	95	62	93
3 транспортная дамба						
Pb	Растворенные формы, мкг/л	5.6	0.01	14.4	3.9	8.4
	Взвешенные формы, мкг/л	3.9	0.2	13.2	2.0	8.4
	Растворенные формы, %	61	0.3	97	29	77
Cu	Растворенные формы, мкг/л	1.3	0.1	3.3	0.6	1.5
	Взвешенные формы, мкг/л	0.9	0.03	1.9	0.2	1.2
	Растворенные формы, %	61	24	91	49	87

Zn	Растворенные формы, мкг/л	4.2	1.4	11.6	3.2	5.8
	Взвешенные формы, мкг/л	1.2	0.2	2.5	0.8	1.6
	Растворенные формы, %	74	58	96	67	80

Примечание: Me – медиана, Min и Max – минимальное и максимальное значения, LQ и UQ – нижний и верхний квартили

В створе у транспортной дамбы содержание ТМ было выше, чем на расположенном выше по течению створе, особенно по растворенным и взвешенным формам Pb и Cu (табл. 1). Однако сравнение выборок (критерий Манна-Уитни) показало, что разница между концентрациями Pb, Cu и Zn в створах наблюдений была статистически недостоверна ($p < 0.05$).

Свинец, медь и цинк в водах нижнего течения р. Казанка в основном мигрируют в растворенной форме. В среднем за год доля растворенных форм Pb и Zn составляет 60–75%. Количество Cu, мигрирующей в растворе, вниз по течению снижается с 80 до 60% (табл. 1).

Для ТМ характерна сезонная цикличность их концентраций в воде. Оба участка реки обладают однотипным, «синхронизированным» во времени характером изменения растворенных форм меди и цинка. По свинцу выраженной синхронности изменения концентраций не наблюдалось, его поведение в водах р. Казанка отличалось от двух других металлов. Это подтверждается величинами коэффициентов корреляции между ТМ: Cu-Zn (0.39), Cu-Pb и Zn-Pb (0.05) при $p < 0.05$. Для цинка и меди выделено два характерных периода, когда содержание их растворенных форм в воде достигало максимума: февраль и август-сентябрь (рис.). Зимой рост концентраций растворенных форм ТМ обусловлен снижением водности, поступлением с подземными водами, а также ремобилизацией из донных отложений. В августе и сентябре появление в воде Cu и Zn в концентрациях выше, чем в предшествующий период, можно объяснить происходящим в это время активным разрушением клеток фитопланктона, который служит мощным концентратором металлов из водной среды.

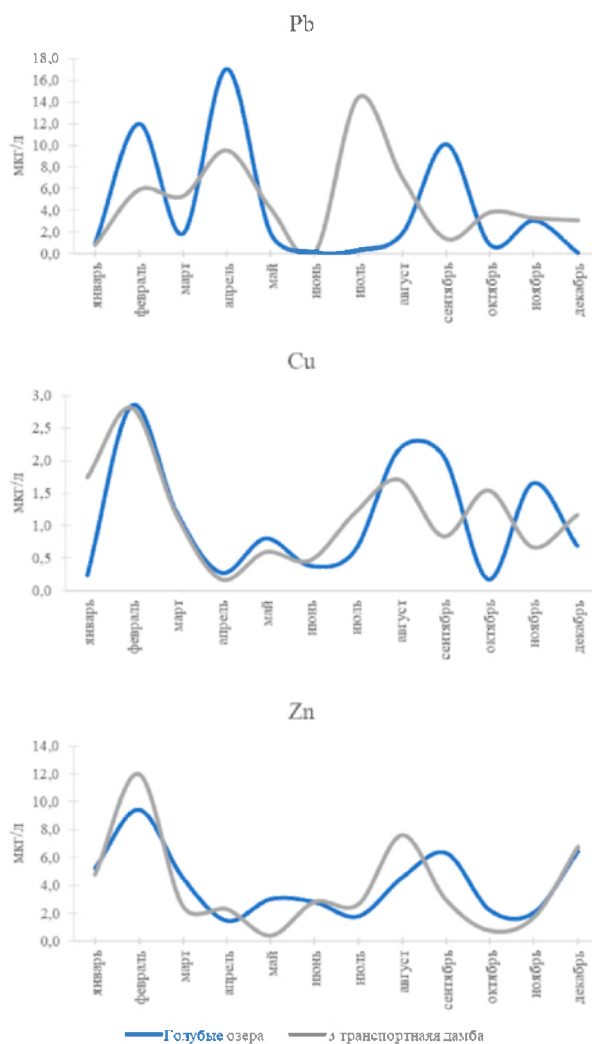


Рис. Динамика растворенных форм Pb, Cu, Zn на створах наблюдений

Наиболее заметный пик растворенных форм Pb (более 15 мкг/л) отмечен в районе Голубых озер в апреле, в период прохождения половодья на р. Казанка. Данный участок реки расположен ниже автодорожного моста на трассе М7 с высокой интенсивностью транспортных потоков. Не исключено, что поступление свинца здесь связано со смывом загрязненного грунта с придорожных полос. По цинку и меди аналогичные пики в апреле на обоих постах наблюдений отсутствовали.

Расчет уровней загрязнения вод р. Казанка металлами проводили по отношению к их ПДК в водоемах рыбохозяйственного значения, которые составляют: Pb 6 мкг/л, Cu 1 мкг/л, Zn 10 мкг/л. На створе, расположенном у Голубых озер, среднегодовые концентрации не превышали ПДК ни по одному из ТМ (табл. 1). При этом максимально наблюдаемые концентрации Pb были выше допустимых почти в 3 раза, Cu – в 2.8 раза. По цинку в течение всего периода наблюдений наличие загрязнения воды не выявлено.

В Казанском заливе среднегодовые концентрации Pb и Zn также были ниже ПДК, а по Cu – находились незначительно выше ПДК (табл. 1). Максимальные обнаруженные концентрации растворенных форм ТМ были выше ры-

бохозяйственных нормативов по свинцу – в 2.5 раза, меди – в 3.3. раза, цинку – в 1.2 раза.

Таким образом, в загрязнение р. Казанка наибольший вклад вносят соединения меди. При этом полученные нами данные о превышении ПДК меди не соответствуют данным государственного мониторинга. По официальным данным [1,2], превышения среднегодовых концентраций Cu в Казанском заливе составили в 2017 г. 6.0 ПДК, максимальные – 20.1 ПДК; в 2018 г. средние превышения ее растворенных форм составили 4.2 ПДК, а максимальные – 11.6 ПДК. Столь существенные различия в данных могут быть связаны с применяемой в системе Росгидромета методикой отделения растворенных форм металлов от взвешенных при помощи фильтра «белая тента». Это ведет к «росту» нормируемых концентраций растворенных форм и, соответственно, к занижению оценок качества воды по критерию УКИЗВ [3].

Результаты расчетов стока ТМ, мигрирующих в р. Казанка в растворенной и взвешенной формах, представлены в таблице 2. Они показывают, что из р. Казанка в р. Волга (Куйбышевское водохранилище) в год выносятся около 1 т свинца, более 200 кг меди и более 550 кг цинка.

Таблица 2

Сток растворенных и взвешенных форм ТМ в р. Казанка и его антропогенная составляющая

ТМ	Голубые озера, т/год	3 транспортная дамба, т/год	Антропогенный вклад, %	
			т/год	%
Pb	0.25	0.97	0.72	78
Cu	0.10	0.22	0.12	55
Zn	0.53	0.56	0.03	5

Из разницы между общим количеством металла, переносимого рекой в верхнем (Голубые озера) и расположенном ниже по течению (в черте г. Казань) створах наблюдений, следует, что на этом участке реки в Казанку в течение года поступило более 700 кг Pb, 120 кг Cu и 30 кг Zn. Вероятно, бóльшая их часть привнесена в водный объект с промышленными и коммунальными сточными водами напрямую, а также с водами притоков (Солонки, Сухой, Ноксы) с территории городской застройки.

Литература:

1. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2018 году. Казань, 2019. 402 с.
2. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2019 году. Казань, 2020. 406 с.
3. Иванов Д.В., Давлетзянов И.И., Маланин В.В. Сравнительный анализ способов фильтрации при определении концентраций растворенных форм металлов в природных и сточных водах // Российский журнал прикладной экологии. 2020. №3. С. 17–22.