ВЛИЯНИЕ НАГОНОВ НА МИГРАЦИЮ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДЕЛЬТЕ ДОНА: ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

С.В. Бердников¹, А.Е. Цыганкова^{1,2}, Е.Г. Алешина³

¹Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону

²Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

³Институт аридных зон Южного научного центра РАН, Ростов-на-Дону

berdnikov@ssc-ras.ru; aetsygankova@yandex.ru; el.alyoshina@yandex.ru

Устьевые области рек являются конечными звеньями ландшафтно-геохимических систем речных бассейнов [1], в них поступают взвешенные и растворенные вещества со всей водосборной площади. При этом дельтовые ландшафты служат своеобразным фильтром на пути потока элементов, преобразовывая и задерживая часть потока элементов. В устьях рек при резкой смене условий миграции вещества происходит формирование комплексных геохимических барьеров (гидродинамических, сорбционных, физико-химических и др.) влияющих на изменение структуры потока элементов, способствующих переходу элементов в системе вода-взвесь-донные отложения и их накоплению в аквальных ландшафтах [2, 3]. Понимание процессов происходящих в устьях рек приоритетная задача геохимии аквальных ландшафтов устьевых областей.

Целью работы является количественная параметризация геохимических потоков тяжелых металлов для интегральной оценки эколого-геохимического состояния устьевой области Дона.

Общий методологический подход основан на принципах теории геохимии ландшафтов, геохимических барьерных зон и математическом моделировании природных процессов. Основное внимание уделяется изучению современного геохимического состояния основных компонентов аквальной системы дельты Дона (воде, взвешенному веществу, донным отложениям) и их трансформации в результате действия естественных и антропогенных факторов.

При нагонах, в условиях затопления значительных площадей, почвы в дельте Дона находятся в контакте с водами от 5 до 78 часов [4]. При снижении уровня затопленные участки земли освобождаются от воды, которая ручьями стекает в протоки разветвленной речной сети дельты.

Эти процессы, происходящие в различных гидродинамических и гидрохимических условиях устьевой области Дона, могут изменять равновесие в системе распределения соединений ТМ металлов между водой и взвесью [5].

На предыдущих этапах работы была рассмотрена математическая модель миграции соединений ТМ в устьевой области Дона [6], которая предполагает учет рассмотренных выше процессов, но нуждается в количественной оценке параметров и внешних потоков ТМ.

В связи с этим для изучения влияния нагонов на перераспределение геохимических потоков соединений ТМ в дельте Дона были выполнены полевые исследования и лабораторные эксперименты для различных гидрологических условий.

Полевые исследования. В качестве исходного материала использовалась почва с приустьевых участков гирла Свиного. Ненарушенный грунт размером 20×20 см и глубиной 10 см вместе с растительностью был помещен в стеклянный резервуар (аквариум без металлических частей) (рис. 1).

Рисунок 1 – Отбор пробы ненарушенного грунта (06.06.2017 г.)

Для имитации нагона отобранная проба грунта была залита водой объемом 1.5 л из Свиного гирла и выдерживалась трое суток при естественной температуре и освещенности.

Лабораторные эксперименты. Через 1, 24 и 48 часов после затопления экспериментального аквариума были отобраны пробы воды для определения содержания в них соединений ТМ – Cu, Pb и Cd. Выбор этих микроэлементов определялся, прежде всего, чувствительностью используемого в работе прибора КВАНТ-Z.ЭТА.

Для определения тяжелых металлов из профильтрованной через фильтр «синяя лента» отбирали аликвоты объемом 10 мл, помещали в закручивающиеся полипропиленовые пробирки и подкисляли азотной кислотой до $\text{pH} < 2$. Анализ проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии на атомно-абсорбционном спектрометре «Квант-Z.ЭТА» согласно «ПНДФ 14.1:2.4.140-98. Методика выполнения измерений массовой концентрации металлов в питьевых, природных и сточных водах методом атомно-абсорбционной спектроскопии».

Для определения тяжелых металлов в почве навеску почвы заливали 5-кратным избытком 50 %-ной азотной кислоты и кипятили с обратным холодильником в течение 2 часов. Полученную кислотную вытяжку фильтровали, доводили объем в мерной колбе до 50 мл и проводили определение в ней тяжелых металлов методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

Результаты эксперимента представлены в таблице, из которой следует, что все соединения тяжелых металлов находятся ниже ПДК для рыбохозяйственных водоемов.

Таблица

**Концентрации тяжелых металлов в воде и почве,
полученные в результате эксперимента (06-08.06.2017 г.)**

Условия эксперимента	Cd	Pb	Cu
Вода, мкг/л			
Свиное гирло, исходная вода	0.079	<1	32.93
Через 1 час	0.057	<1	17.07
Через 24 часа	0.075	<1	3.31
Через 48 часов	0.075	<1	4.07
Почва, мкг/г			
при влажности 38.64 %	0.21	16.78	15.12

Отмечается динамика концентраций с течением времени после имитации затопления, однако без необходимой повторности и более тщательного планирования условий проведения эксперимента трудно однозначно интерпретировать полученные результаты и использовать в математической модели, но в целом понятно, что в период затопления дельты Дона в водах существенно изменяется состав соединений ТМ.

Концентрация соединений меди имела необоснованно высокие значения в исходной воде до 32.93 мкг/л, спустя час после затопления концентрация снизилась почти в два раза и составила 17.07 мкг/л, при последующих отборах проб через 1 и 2 суток наблюдалось уменьшение концентрации на порядок до 3.3 и 4.1 мкг/л соответственно.

Более стабильно ведет себя кадмий, концентрация которого спустя час уменьшилась с 0.079 мкг/л до 0.057 мкг/л, а потом вернулась практически до исходного значения 0.075 мкг/л (рис. 2). Что касается соединений свинца, то измеренные концентрации оказались ниже предела чувствительности используемого прибором.

Предположительно возможно поглощение микроэлементов растительностью и почвой, возможен и обратный переход подвижных форм этих элементов из почвы в воду.

Для детального изучения миграции соединений ТМ в дельте Дона в условиях нестабильного гидрологического режима необходима отработка методической части лабораторных экспериментов и последующее проведение расчетов с помощью модели гидролого-гидрохимического режима дельты Дона, концепция которой изложена в работе [6].

Работа выполнена в рамках проектов: РФФИ № 13-05-41528 РГО_а «Интегральная оценка эколого-геохимического состояния аквальных систем устьевой области Дона», № ВнГр-07/2017-14 «Разработка методических основ и рекомендаций для комплексного управления прибрежной зоной Азовского моря в условиях роста опасных экзогенных процессов, рекреационной нагрузки, климатической изменчивости».

Рисунок 2 – Динамика концентраций соединений тяжелых металлов в ходе эксперимента

Список используемых источников

1. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов. М.: Изд-во Географического факультета МГУ, 1988. 351 с.
2. Лычагин М.Ю., Касимов Н.С., Курьякова А.Н., Крооненберг С.Б. Геохимия аквальных ландшафтов устьевой области Волги // Известия РАН, серия географическая, 2011, №6, С. 100-113.
3. Lychagin M.Yu., Tkachenko A.N., Kasimov N.S., Kroonenberg S.B. Heavy Metals in the Water, Plants, and Bottom Sediments of the Volga River Mouth Area //Journal of Coastal Research, Coastal Education & Research Foundation, Inc. (United States), 2015. V.31, № 4, pp. 859-868.
4. Пономаренко Е.П., Сорокина В.В., Бирюков П.А. Сгонно-нагонные явления в дельте реки Дон в 2007-2010 гг. и их прогнозирование // <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1013923> Вестник Южного научного центра/ гл. ред. акад. Г.Г. Матишов. М.: Наука, 2012. Т. 8. № 1. С. 28-37.
5. Цыганкова А.Е., Бердников С.В., Сорокина В.В., Алешина Е.Г. Модельно-экспериментальный подход к изучению поведения соединений тяжелых металлов (Cu, Pb, Cd) в устьевой области Дона / Окружающая среда и человек. Современные проблемы генетики, селекции и биотехнологии: материалы Международной конференции и молодежной научной конференции памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова (г. Ростов-на-Дону, Россия, 5-8 сентября 2016 г.). – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2016. С. 476-479.
6. Цыганкова А.Е., Бердников С.В. Разработка мультикомпарментальной балансовой модели динамики соединений тяжелых металлов в устьевой области Дона // Материалы научной конференции с международным участием «Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод». Ч. 1 (Ростов-на-Дону, 8-10 сентября 2015 г.). Ростов-на-Дону, 2015. С.381-384.

THE INFLUENCE OF SURGES ON THE MIGRATION OF HEAVY METAL COMPOUNDS IN THE DON DELTA: FIELD STUDIES AND LABORATORY EXPERIMENTS

S.V. Berdnikov^{1,2}, A.E. Tsygankova^{1,2}, E.G. Aleshina³

¹Southern Scientific Center of RAS, Rostov-on-Don

²Southern Federal University, Rostov-on-Don

³Institute of arid zones southern scientific centre RAS, Rostov-on-Don

berdnikov@ssc-ras.ru; aetsygankova@yandex.ru; el.alyoshina@yandex.ru

Abstract – This paper presents a methodological approach to the study of migration of the compounds Cu, Pb, Cd in the Don delta in conditions of frequent surges. Conducted field studies and laboratory experiments showing the dynamics of the concentrations of heavy metals in the flooded areas depending on the time of contact with water.

Keywords: surge, migration, compounds of heavy metals, water, soil, Don delta.

References:

1. Глазовская М.А. 1988. Geohimija prirodnyh i tehnoگennyh landshaftov [Geochemistry of natural and technogenic landscapes]. M.: Publishing house of the faculty of geography, Moscow state University, 351 p. (In Russian).
2. Lychagin M.Yu., Kasimov N.S. Koryakova A.N., Kroonenberg, S.B. 2011. Geohimija akval'nyh landshaftov ust'evoy oblasti Volgi [Geochemistry of aquatic landscapes of the estuary area of the Volga]. Izvestia of RAS, series geographical, №6, p. 100-113. (In Russian).
3. Lychagin M.Yu., Tkachenko A.N., Kasimov N.S., Kroonenberg S.B. 2015. Heavy Metals in the Water, Plants, and Bottom Sediments of the Volga River Mouth Area //Journal of Coastal Research, Coastal Education & Research Foundation, Inc. (United States). V.31, № 4, pp. 859-868. (In English).
4. Ponomarenko E.P., Sorokina V.V., Biryukov P.A. 2012. Sgonno-nagonnye javlenija v del'te reki Don v 2007-2010 gg. i ih prognozirovanie [Surge phenomena in the Delta of the Don river in 2007-2010 and their prediction] // Bulletin of the southern scientific center/ ed. Acad. G. G. Matishov. M.: Nauka, Vol. 8. No. 1. P. 28-37. (In Russian).
5. Tsygankova A.E., Berdnikov S.V., Sorokina V.V., Aleshina E.G. 2016. Model'no-jeksperimental'nyj podhod k izucheniju povedenija soedinenij tjazhelyh metallov (Cu, Pb, Cd) v ust'evoy oblasti Dona [Model-experimental approach to the study of the behavior of heavy metals (Cu, Pb, Cd) in estuarine region of the Don] / Environment and people. Modern problems of genetics, breeding and biotechnology: proceedings of the International conference and youth conference of memory of corresponding member RAS D.G. Matishov (Rostov-on-Don, Russia, 5-8 September 2016). – Rostov-on-Don: publishing house of SSC RAS, P. 476-479. (In Russian).

6. Tsygankova A.E., Berdnikov S.V. 2015. Razrabotka mul'tikompartmental'noj balansovoj modeli dinamiki soedinenij tzhzhelyh metallov v ust'evoy oblasti Dona [Development multicompartmental balance model of the dynamics of heavy metals in the estuarine region of the Don] // Materials of scientific conference with international participation "Modern problems of hydrochemistry and monitoring of surface water quality". Part 1 (Rostov-on-Don, September 8-10, 2015). Rostov-on-Don, 2015. P. 381-384. (In Russia).