

4. Berikova B. V., Murzaeva E. Z., Sangadzhiv M. M. Stones and stone human disease. *Proceedings of young scientists and students of Kalmyk State University*, Elista, Publishing House of Calm. UN Press, 2011, pp.134–135.
5. Grigoriev A. A. *Short geographical encyclopedia*, Moscow, Soviet Encyclopedia Publ., 1962, vol. 3, pp. 580.
6. The report on the environmental situation in the Republic of Kalmykia in 2012. *Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Kalmykia*, 2013. 97 p.
7. Karandeeva M. V. *Geomorphology of the European part of the USSR*, Moscow, University Press, 1957. 313 p.
8. Namysova A. N., Sangadzhiv M. M., Staselko E. H., Kurkudinova N. A. The negative effects of intensification of geological processes. *Herald Caspian*, 2013, no. 2, pp. 29–35.
9. Nastinova G. E., Sangadzhiv M. M. Hydromineral Balneological resources of the Republic of Kalmykia. *Geology, Geography and global energy*, 2009, no. 2 (33), pp. 130–134.
10. Nastinova G. E., Sangadzhiev M. M. State of Water Resources of the Republic of Kalmykia as a major factor of public health. *Bulletin of Volgograd. Gos. Univ. Ser. 11 Estestv.nauki*, 2014, no. 4 (10), pp. 33–39.
11. Onkaev V. A., Germasheva Y. S., Sangadzhiev M. M. The current state of surface and ground waters of Kalmykia. *Journal of teaching and methodical association for education in the field of environmental engineering and water management*, 2012, no. 4, pp. 247–258.
12. Onkaev V. A., Sangadzhiv M. M. Groundwater of the Republic of Kalmykia and its geological and ecological features. *Bulletin of the University of Kalmykia*, 2013, no. 4 (20), pp. 48–55.
13. The Republic of Kalmykia. Statistical Yearbook, 2015, Elista, 2015. 302 p.
14. Sangadzhiev M. M. *Features of subsoil use in the Republic of Kalmykia*, Elista. Publishing house Kalm.un Press, 2015. 144 p.
15. Sangadzhiev M. M., Berikova B. V., Indzhieva B. M. Geological environmental factor: Kalmyk cuisine and its influence on human health. *Prospects of Science*, 2014, no. 12 (63), pp. 185–190.
16. Sangadzhiev M. M., Emelianenko D. A., Mudzhikov N. L. Socio-hygienic monitoring of the Republic of Kalmykia health. *Ecology of Russia: on the road to innovation : Interuniversity collection of scientific papers*, 2013, issue 7, pp. 64–71.
17. Sangadzhiev M. M., Onkaev V. A. Water Kalmykia - ecology and modern state. *Bulletin of the University of Kalmykia*, 2012, no. 3 (15), pp. 18–26.
18. Sangadzhiev M. M., Onkaev V. A. Ecological problems of water supply of the Republic of Kalmykia. *Environment and Nature*, 2013, no. 4, pp. 48–52.
19. Sangadzhiev M. M., Onkaev V. A., Mudzhikov N. L. Ecology and the current state of the waters of Western Kalmykia (example Yashaltinsky District). *Ecology of Russia: on the road to innovation : Interuniversity collection of scientific papers*, 2013, issue 7, pp. 166–172.
20. Sangadzhiev M. M., Onkaev V. A., Halgaeva B. V. Ecology and the current state of the Waters of Kalmykia. *Ecology of Russia: on the road to innovation : Interuniversity collection of scientific papers*, 2012, issue 6, pp. 179–186.
21. Sangadzhiev M. M., Sangadzhieva S. A. Geological and environmental assessment of natural and anthropogenic factors of formation of health of the population of arid areas of the Republic of Kalmykia. *Bulletin of the Caspian*, 2013, no. 2, pp. 35–40.
22. Sangadzhieva S. A., Alyaeva S. A. Features health monitoring geographical republic of Kalmykia, health and environment. *Ecology of Russia: on the road to innovation : Interuniversity collection of scientific papers*, 2011, issue 5, pp. 59–65.
23. *The standard of living of the population of the Republic of Kalmykia*, 2015, Elista, 2015. 135 p.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ ДЕЛЬТЫ ДОНА: СЕЗОННАЯ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИНАМИКА

Ткаченко Олег Валерьевич, лаборант, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносов, 119991, Российская Федерация, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, 1, e-mail: tov1989@yandex.ru

Ткаченко Анна Николаевна, кандидат географических наук, научный сотрудник, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносов, 119991, Российская Федерация, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, 1, e-mail: kuryakova-anna@rambler.ru

Лычагин Михаил Юрьевич, кандидат географических наук, доцент, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, 119991, Российская Федерация, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, 1, e-mail: lychagin@geogr.msu.ru

Устьевые области рек занимают нижние, наиболее подчиненные, позиции в ландшафтно-геохимических системах речных бассейнов, испытывают значительную антропогенную нагрузку. Вместе с тем, дельтовые ландшафты играют важную барьерную роль на пути потока элементов с континента в океан, служат мощным биогеохимическим фильтром, где осаждается большая часть взвешенных и растворенных веществ. Работа посвящена изучению геохимического состояния аквальных ландшафтов устьевой области Дона – одной из крупнейших рек Европейской части России. В работе представлены данные о содержании тяжелых металлов (Mn, Cu, Zn, Cd, Pb, Co, Ni) в воде дельты реки Дон. Результаты получены в ходе полевых исследования 2012–2014 гг., в ходе которых были опробованы крупные и мелкие протоки и рукава в верхней, средней и нижней зоне дельты, а также участки прилегающего устьевому взморья. Приведены данные о средних концентрациях тяжелых металлов в дельте Дона, проведено их сравнение со среднемировыми значениями. Проанализированы условия миграции тяжелых металлов в дельте, рассмотрена пространственная вариабельность содержания тяжелых металлов в водотоках дельты, выявлены участки с повышенными концентрациями загрязняющих веществ. Представлены данные о содержании металлов в воде для различных сезонов года – периода весеннего половодья, летне-осенней и зимней межени. Описана сезонная динамика содержания растворенных форм ТМ в дельте. Выделены группы металлов с однотипным ходом сезонного распределения. Обсуждаются приоритетные загрязнители водных объектов дельты Дона и основные источники их поступления.

Ключевые слова: дельты рек, аквальные ландшафты, тяжелые металлы, дельта Дона

CONTENT OF HEAVY METALS IN WATER OBJECTS OF THE DELTA OF DON: SEASONAL AND SPATIAL DYNAMICS

Tkachenko Oleg V., Laboratory assistant, Lomonosov Moscow State University, GSP-1, 1 Leninskie gory, Moscow, 119991, Russian Federation, e-mail: tov1989@yandex.ru

Tkachenko Anna N., C.Sc. in Geography, Researcher, Lomonosov Moscow State University, GSP-1, 1 Leninskie gory, Moscow, 119991, Russian Federation, e-mail: kuryakova-anna@rambler.ru

Lychagin Mikhail Yu., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Lomonosov Moscow State University, GSP-1, 1 Leninskie gory, Moscow, 119991, Russian Federation, e-mail: lychagin@geogr.msu.ru

River mouth areas occupy the lower most positions in the landscape-geochemical systems of river basins and experience significant anthropogenic pressure. However, deltaic landscapes play an important barrier role of in the elements flows coming from continent to the ocean. They serve like biogeochemical filter wherein precipitated most of suspended and dissolved elements from the continent. This study focuses on geochemistry of aquatic landscapes of the Don Mouth area – one of the largest rivers of the European part of Russia. The paper presents the data of the dissolved heavy metals (Mn, Cu, Zn, Cd, Pb, Co, Ni) content in the water of the Don River delta. The results were obtained during field geochemical research in 2012–2014. During these studies different types of water bodies were investigated: big and small streams in the delta and the nearshore zone. The data on the heavy metals average content is compared with the global average. The migration conditions of heavy metals are discussed. n work presents the data of heavy metals spatial variability in waterways of the delta, and areas with high concentrations of pollutants are

identified. In paper presents data of heavy metal content in different seasons – period of spring floods, winter and summer-autumn low water period, and seasonal dynamics of dissolved forms of HM are described. The priority pollutants of the Don River delta and main sources of them are discussed.

Keywords: river deltas, aquatic landscapes, heavy metals, Don River delta

Дельтовые области рек, занимая нижние звенья каскадных ландшафтно-геохимических систем речных бассейнов [1], аккумулируют потоки загрязняющих веществ, поступающих с водосборов. В связи с этим они испытывают значительную антропогенную нагрузку и могут служить индикаторами экологического состояния речных бассейнов. К числу приоритетных загрязнителей природных вод, отражающих степень антропогенной нагрузки на водные системы, относятся тяжелые металлы, которые поступают в водные объекты преимущественно с промышленными, сельскохозяйственными и хозяйственно-бытовыми стоками. Превышение допустимых концентраций металлов в воде может негативно сказываться на экосистеме водоема, а также на здоровье населения.

Цель работы – оценить содержание растворенных форм тяжелых металлов в водных объектах дельты Дона, проследить их сезонную динамику и пространственную вариабельность. Дон – третья из крупнейших рек европейской части России [2], площадь дельты составляет 538 км², протяженность морского края – 32 км [14]. В дельте расположены крупные промышленные центры – Ростова-на-Дону и Азов, большие площади заняты сельскохозяйственными землями, что наряду с круглогодичной навигацией, а также высокой рекреационной и экологической значимостью региона определяет актуальность исследования. Главной особенностью устьевой области реки является ее мелководность, сказывающаяся на особенностях сгонно-нагонных явлений, внутригодового распределения стока, гидрохимических параметров, биогеохимических процессов, а также на специфике проявления «маргинального фильтра» [7] на геохимическом барьере река-море [3, 5, 11, 16]. Значительное влияние оказывает и зарегулированность стока реки, значительно сглаживая внутригодовое распределение стока [9].

Работа основана на результатах полевых исследований 2012–2014 гг., проводившихся в различные фазы водного режима (летне-осеннюю межень, зимнюю межень, весеннее половодье) в основном русле и крупных рукавах дельты (Мокрый Донец, Старый Дон, Каланча), в относительно мелких протоках и гирлях нижней части дельты, а также на прилегающей акватории устьевого взморья (рис. 1). В каждой точке проводился отбор проб воды, измерялись глубина, температура, электропроводность, значения pH и окислительно-восстановительного потенциала вод, содержание взвешенных веществ. Пробы воды были проанализированы на содержание макрокомпонентов (методом атомной абсорбции) и тяжелых металлов (масс-спектрометрическим методом с индуктивно-связанной плазмой). Большое количество точек отбора, расположение их выше и ниже по течению крупных городов позволили проследить влияние населенных пунктов на состояние поверхностных вод дельты.

Для оценки загрязнения поверхностных вод содержания тяжелых металлов выше Ростова-на-Дону, до начала разветвления на рукава были приняты за условно-фоновые. При сравнении содержаний металлов с условно-фоновыми значениями делался вывод о трансформации потока загрязняющих веществ в дельте. В качестве нормативов использовались ПДК элементов для водоемов рыбохозяйственного значения [10].

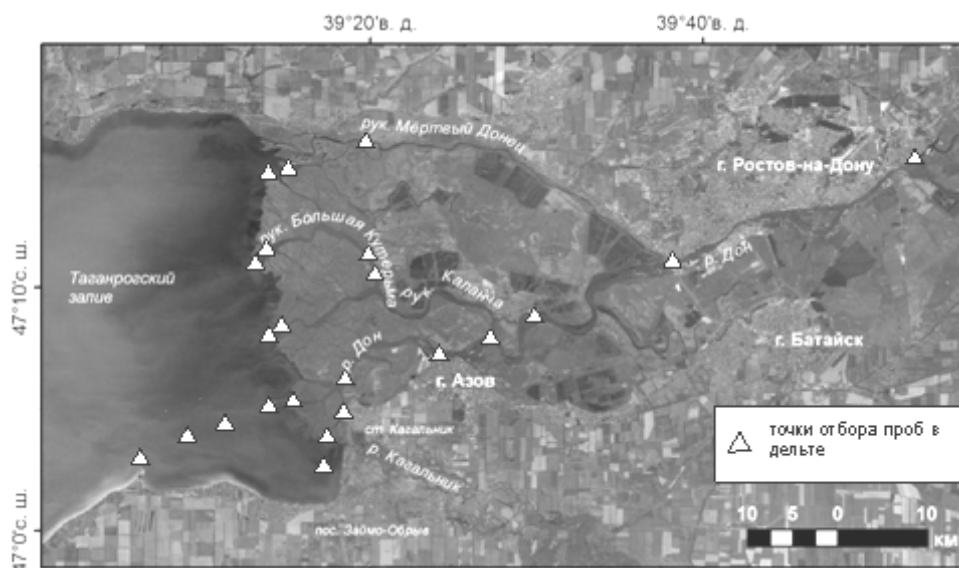


Рис. 1. Расположение точек отбора проб в дельте Дона (2012–2014 гг.)

Основные результаты. Макрокомпонентный состав и общая минерализация вод дельты закономерно изменяются от ее вершины к устьевому взморью, где начинает сказываться влияние морских вод: снижается доля гидрокарбонат ионов, повышается доля сульфатов и хлоридов, в результате чего химический состав вод изменяется с сульфатно-кальциевого в вершине дельты на хлоридно-сульфатно-натриевый на взморье. Общая минерализация повышается по направлению к морю: в верхней части дельты она составляет в среднем 300–500 мг/л, в средней и нижней части увеличивается до 700–800 мг/л, а на устьевом взморье составляет уже около 1–2 г/л. Минерализации дельтовых вод подвержена влиянию сезонного и антропогенного факторов. В зимней меженный период она возрастает, иногда до 2,0–2,5 г/л. В весенний период заметного снижения минерализации не происходит, что связано с низким уровнем половодья на Дону в последние годы, а также с повышенной минерализацией вод Цимлянского водохранилища и стоком талых снежных вод с сельскохозяйственных территорий, за счет которых формируется основная часть стока реки Дон [12].

Щелочно-кислотные и окислительно-восстановительные условия сами по себе не отражают картину загрязнения дельтовых вод, однако определяют условия миграции загрязняющих веществ в дельте. Значения pH варьируют в водотоках дельты незначительно, от 7,5 до 8,5, увеличиваясь к устьевому взморью. В меженный период заметно влияние Ростова-на-Дону и Азова, ниже которых pH сначала снижается в среднем на 0,2–0,4, а затем снова повышается по направлению к морскому краю дельты. Значения окислительно-восстановительного потенциала тесно связаны с силой потока и интенсивностью турбулентного перемешивания вод. Наиболее высокие показатели Eh (+250 ... +300 мВ) зафиксированы в воде дельтовых протоков, характеризующихся значительными скоростями течения и активным турбулентным перемешиванием (главное русло Дона, крупные рукава). Еще более высокие значения (+300 ... +350 мВ) отмечены на устьевом взморье, где перемешивание воды усиливает волновая активность. Минимальные значения (+70 ... +150 мВ) ха-

раактерны для небольших протоков со слабой гидродинамической активностью (гирло Свиное, гирло Кривое) и малых зарастающих ериков (например, ерик Кабашный) нижней части дельты. Слабое перемешивание воды приводит к ее застаиванию, снижению содержания растворенного кислорода и падению Eh.

Мутность дельтовых вод меняется в зависимости от сезона года: зимой она составляет в среднем 3–6 мг/л, весной – 20–22 мг/л, летом – 22–29 мг/л. Минимальные значения мутности (1,6 мг/л) характерны для периода зимней межени, максимальные (до 50–70 мг/л) – для летнего периода. В связи с отсутствием выраженного половодья в 2012–2014 гг. в весенний период отмечалось лишь незначительное повышение мутности относительно лета. В вершине дельты Дона мутность составляла 3–7 мг/л зимой и 18–20 мг/л в осенне-летний период. Пространственное распределение содержания взвешенных веществ характеризовалось увеличением мутности ниже Ростова-на-Дону и Азова (до 12–14 мг/л в зимний период и до 22–27 мг/л в летний). В средней части дельты показатели вновь снижались до значений, близких к наблюдаемым в ее вершине. Повышение мутности потока можно объяснить как природными процессами увеличения содержания взвешенных веществ вниз по течению дельты в связи с дроблением русловой сети, так и воздействием городов, проявляющимся в усилении эрозионных процессов и увеличении твердого стока. На морском крае дельты в устьях водотоков в весенне-летний период отмечалось значительное повышение мутности (до 30–35 мг/л) из-за волновой активности и сгонно-нагонных явлений. Зимой, когда большая часть мелких протоков и взморье покрыты льдом, заметного увеличения мутности не происходит. На взморье ситуация меняется: при выходе на открытый участок взморья снижается скорость течения, увеличивается соленость, происходит коагуляция наносов и их осаждение [3, 7]. Содержание взвешенных веществ постепенно падает до 10–12 мг/л. Полученные данные показывают, что в современных условиях процессы осаждения взвешенных веществ идут в малых протоках средней и нижней части дельты, на морском крае преобладают процессы размыва, что препятствует современному выдвиганию дельты.

Важным показателем антропогенного воздействия на водные экосистемы является содержание тяжелых металлов. Наиболее опасная экологическая ситуация складывается в пределах крупных промышленных центров, в связи с воздействием на окружающую среду отходов промышленных предприятий, бытовых отходов, а также больших объемов транспортных выбросов [11]. Значительная часть выбросов и сбросов с гидрохимическим стоком попадает в водоемы, где накапливается в водах и донных отложениях и может стать источником вторичного загрязнения.

Содержания растворенных форм тяжелых металлов в воде дельты Дона представлены в таблице. Концентрации большинства элементов в среднем ниже среднемировых. При сравнении с данными Gaillardet [15] отмечается повышение растворенных форм Zn и Ni в водах дельты. Средние значения растворенных форм Cu близки к оценке [15], но превышают предельно допустимые концентрации для водоемов рыбохозяйственного значения. Повышенное содержание Cu в воде устьевой области Дона отмечалось рядом авторов [13] и, по-видимому, является специализацией донской дельты.

При невысоких средних содержаниях наблюдается значительная сезонная и пространственная вариабельность концентраций растворенных ТМ в воде дельты. В целом, для большинства тяжелых металлов характерно уве-

личение содержаний от вершины дельты к устьевому взморью. Возрастание концентраций наблюдается сразу ниже города Ростов-на-Дону, что связано с промышленными и коммунально-бытовыми стоками города. Определяющим фактором пространственной неоднородности содержания ТМ служит антропогенный фактор. Максимальные значения ТМ фиксируются ниже населенных пунктов (Ростов-на-Дону, Азов, село Кагальник, село Недвиговка и др.), рыбопроизводных прудов и хозяйств, мест рыбалки и отдыха, пляжей.

Таблица

**Средние меженные значения содержания растворенных форм металлов (мкг/л)
в дельте Дона в сравнении со среднемировыми показателями**

Объекты	Mn	Cu	Zn	Cd	Pb	Co	Ni
Дон (n = 25)	1,5	1,4	3,1	0,050	0,1	0,2	2,3
Реки мира							
[16]	34	1,5	0,6	0,08	0,08	0,1	0,8
[4]	10	7	20	0,2	1	0,3	2,5
ПДК _{вр}	10	1	10	5	6	10	10

Наиболее сильно дельтовые воды загрязнены Cu. Превышение ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения фиксируется во всех точках опробования во все сезоны года. Максимальные содержания характерны для устья основного судоходного канала дельты, а также для нижней части дельты ниже хутора Узья, где пробы отбирались рядом со стоянкой морских и речных судов. Вероятно, именно судоходство является одним из главных источников загрязнения дельты растворенной медью.

В весенний период повышенные концентрации также характерны для Zn и Mn. В некоторых точках, расположенных около населенных пунктов, фиксируется превышение ПДК_{вр} по Zn в 1,6–2,2 раз. Для Mn отмечено превышение ПДК_{вр} в 2–3 раза ниже города Ростов-на-Дону и села Недвиговка. Для других элементов превышения ПДК не обнаружено ни в один из сезонов года. В сезонной динамике содержания металлов в дельте (рис. 2) можно выделить две группы элементов. Для первой группы, куда входят Fe, Mn и Pb, характерны зимние максимумы концентраций. Fe и Mn, как элементы с переменной валентностью, хорошо мигрирующие в восстановительной среде, реагируют на снижение окислительно-восстановительного потенциала в связи с низкими скоростями течения и наличием ледового покрова в зимний период. Свинец, как элемент в своей миграции тесно связанный с Fe, повторяет ход его сезонной динамики. Ко второй группе можно отнести Cu, Ni, Zn и Mo. Для этих элементов наиболее значимым является период половодья, именно в это время фиксируются максимумы их содержания в водах. Основная причина – отсутствие выраженного половодья в дельте Дона, и как следствие, недостаточное разбавление загрязненных вод, сбрасываемых с Цимлянского водохранилища и поступающих с поверхностным стоком с сельскохозяйственных территорий.

Подобная картина сезонной динамики содержания растворенных форм металлов характерна, например, для дельты Волги. Малые уклоны и скорости течения реки, загрязненные полые воды и сбросы с Волжско-Камских водохранилищ, вместе с невысоким уровнем половодья не способствуют достаточному разбавлению загрязнителей, в результате чего, для большинства ТМ максимальные концентрации отмечаются в период половодья [6, 8]. Интерес-

ные закономерности выявились для экстремальных условий зимы 2014 г. Аномально низкие температуры в период исследований способствовали глубокому промерзанию дельтовых водотоков, в связи с чем мелкие гирла нижней части дельты и мелководная часть устьевого взморья промерзли практически до дна. Сложные ледовые условия малых гирл, с практически полным промерзанием верхней части водотока, и, как следствие, замедленным водообменом способствовали снижению окислительно-восстановительного потенциала и количества растворенного кислорода. Это в свою очередь сказалось на увеличении подвижности большинства ТМ (Mn, Zn, Cu, Fe, Co, Cr,) и повышенных концентрациях тяжелых металлов в воде. Для Mn зафиксировано превышение ПДК в 6–20 раз, для Zn в 5–8 раз, для Cu в 1,6–2 раза.

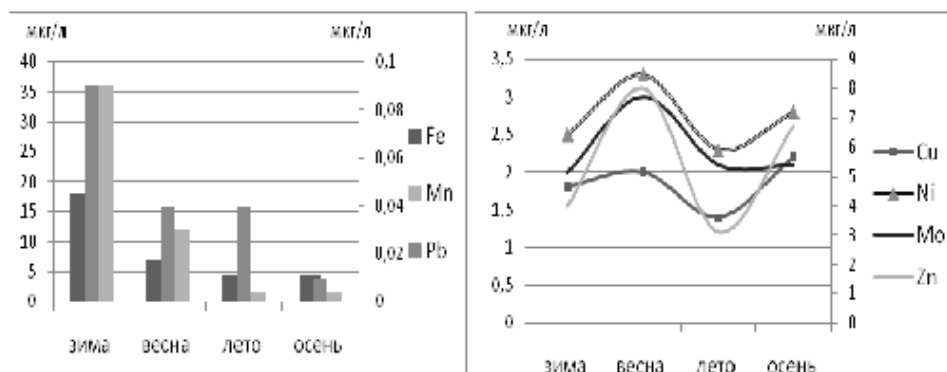


Рис. 2. Сезонная динамика содержания растворенных форм тяжелых металлов (мкг/л) в воде дельты Дона

Таким образом, по результатам наших исследований можно сделать следующие выводы:

- содержание растворенных форм тяжелых металлов в водных объектах дельты Дона в среднем ниже среднемировых показателей, однако подвержены значительной сезонной и пространственной вариабельности;
- для Fe, Mn и Pb характерно повышенное содержание растворенных форм зимой, для Cu, Ni, Zn и Mo максимальные концентрации фиксируются в весенний период;
- концентрации растворенных форм Cu во всех точках превышают ПДК для рыбохозяйственных водоемов, в весенний период отмечается единичные превышения ПДК для Zn и Mn;
- на повышение содержания ТМ в воде значительное влияние оказывает антропогенный фактор, в связи с чем максимальные их содержания фиксируются ниже городов и других населенных пунктов, расположенных в дельте Дона.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Русского географического общества (проект №13-05-01096-а и № 13-05-41528-РГО_а).

Список литературы

1. Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов / М. А. Глазовская. – Москва, 1988. – 351 с.
2. Гидрогеология СССР. – Москва : Недра, 1970. – Т. 28. Нижний Дон и Северо-Восточное Приазовье. – 227 с.

3. Гордеев В. В. Система река – море и ее роль в геохимии океана : автореф. дисс. д-ра геолого.-мин. наук. – Москва, 2009. – 35 с.
4. Добровольский В. В. Основы биогеохимии / В. В. Добровольский. – Москва : Академия, 2003. – 400 с.
5. Емельянов Е. М. Барьерные зоны в океане. Осадко- и рудообразование, геоэкология / Е. М. Емельянов. – Калининград : Янтарный сказ, 1998. – 416 с.
6. Курьякова А. Н. Баланс тяжелых металлов в дельте Волги / А. Н. Курьякова // Доклады академии наук. – 2011. – Т. 439, № 6. – С. 818–821.
7. Лисицын А. П. Маргинальный фильтр океанов / А. П. Лисицын // Океанология. – 1994. – Т. 34, № 5. – С. 735–748.
8. Лычагин М. Ю. Геохимия аквальных ландшафтов устьевой области Волги / М. Ю. Лычагин, Н. С. Касимов, А. Н. Курьякова, С. Б. Крооненберг // Известия РАН, серия географическая. – 2011. – № . – С. 100–113.
9. Матишов Г. Г. Новейшие экологические феномены в Азовском море (вторая половина XX века) / Г. Г. Матишов, М. И. Абраменко, Ю. М. Гаргопа, М. В. Буфетова. – Апатиты : КНЦ РАН, 2003. – Т. 5. – 441 с.
10. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. – 2010.
11. Перельман А. И. Геохимия ландшафта / А. И. Перельман, Н. С. Касимов. – Москва : Астрель-2000, 199. – 768 с.
12. Симов В. Г. Гидрология устьев рек Азовского моря / В. Г. Симов. – Москва : Московское отделение гидрометеоздата, 1989. – 330 с.
13. Хрусталеv Ю. П. Особенности седиментогенеза в области влияния речного стока / Ю. П. Хрусталеv // Лавинная седиментация в океане. – Ростов н/Д, 1982. – С. 59–71.
14. Экологический атлас Азовского моря / под. ред. Г. Г. Матишова; отв. ред. Н. И. Голубева, В. В. Сорокина. – Ростов н/Д : ЮНЦ РАН, 2011. – 325 с.
15. Gaillardet J. Trace element in river waters. In Surface and ground water, weathering, erosion and soils / Gaillardet J., Viers J., Dupré B. // Treatise on geochemistry. – 2003. –Vol. 5. – P. 225–272.
16. Lychagin M. Yu. Heavy Metals in the Water, Plants, and Bottom Sediments of the Volga River Mouth Area / M. Yu. Lychagin, A. N. Tkachenko, N. S. Kasimov, S. B. Kroonenberg // Journal of Coastal Research, Coastal Education & Research Foundation. – 2015. – Vol. 31, № 4. – P. 859–868.

References

1. Glazoskaya M. A. *Geochemistry of Natural and Technogenic landscape*, Moscow, 1988. 351 p.
2. *Hydrogeology of the USSR*, Moscow, 1970, vol. 28. Lower Don and the North-Eastern Priazovye. 227 pp.
3. Gordeev V. V. *The System River–Sea and Its Role in the Geochemistry of the Ocean*, Moscow, 2009. 35 p
4. Dobrovolsky V. V. *Fundamentals of Biogeochemistry*, Moscow, Academia Publ., 2003. 400 p.
5. Emelyanov E. M. *The Barrier Zones in the Ocean: Sedimentation, Ore Formation, Geoecology*, Kaliningrad, Yantarny Skaz Publ., 1998. 416 p.
6. Kuryakova A. N. Budget of heavy metals in the River Volga delta. *Reports of Academy of Sciences*, 2011, vol. 439, no. 6, pp. 818–821.
7. Lisitsyn A. P. *Marginal filter of the oceans. Journal of Oceanology*, 1994, no. 34 (5), pp. 735–748.
8. Lychagin M. Yu., Kasimov N. S., Kuryakova A. N., Kroonenberg S. B. Geochemical features of aquatic landscapes of the Volga delta. *Izvestia RAN. Ser.geogr.*, 2011, no. 1, pp. 100–113.
9. Matishov G. G., Abramenko M. I., Gargopa Yu. M., Bufetova M. V., *Noveyshie ekologicheskie fenomeny v Azovskom more (vtoraya polovina XX veka)* [The latest environmental phenomena in the sea of Azov (the second half of the XX century)], Apatity, KNTs RAN Publ., 2003. 441 p.
10. *Water quality standards for fishery water bodies, including the maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of fishery water bodies*, 2010.
11. Perelman, A. I., Kasimov N. S. *Geochemistry of the Landscape*, Mosco, Astreya-2000 Publ., 1961. 768 p.
12. Simov V. G. *Gidrologiya ust'ev rek Azovskogo moray* [Hydrology of the river mouths of the Sea of Azov], Moscow, Gidrometeoizdat Publ., 1989. 327 p.

13. Khrustalev Yu. P. Osobennosti sedimentatsii v oblasti vliyaniya rechnogo stoka. *Lavinnaya sedimentatsiya v okeane*, Rostov on Don, 1982, pp. 59–71.

14. *Ecological Atlas of the Sea of Azov*, Rostov-on-Don, Yuzhn. Nauchn. Tsentr Publ., 2011. 325 p.

15. Gaillardet J., Viers J., Dupré B. Trace element in river waters. In Surface and ground water, weathering, erosion and soils. *Treatise on geochemistry*, 2003, vol. 5, pp. 225–272.

16. 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*, 2015, vol. 31, no. 4, pp. 859–868.

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ ГАЙСКОГО ОТКРЫТОКАРЬЕРНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Артамонова Светлана Владимировна, кандидат географических наук, доцент, Оренбургский государственный университет, 460018, Российская Федерация, Оренбургская обл., г. Оренбург, пр-т. Победы, 13, e-mail: nebo7208@mail.ru

В данной статье рассмотрены факторы техногенного преобразования природных компонентов на Гайском месторождении. Особое внимание обращается на аномалии почвенного покрова и природных вод Гайской техногеосистемы. На основе проведенных исследований выявлены преимущественно три фактора формирования геохимических аномалий тяжелых металлов: 1) расположение в зоне влияния газопылевых комплексов из прилегающей промышленной зоны, источниками выбросов являются открытые горные разработки, отвалы пустых пород, обогатительная фабрика и другие предприятия города; 2) наличие садово-дачных участков, они орошаются водами, находящимися под техногенным воздействием, это вызывает усложнение геохимической обстановки и определяет необходимость санитарно-гигиенического мониторинга в системе почва – поливная вода – растение; 3) основным фактором формирования Гайской техногеосистемы является техногенный горизонт метаморфизованных подземных вод. Таким образом, в районе Гайского месторождения большую опасность представляют загрязненные почвы, илы и техногенные осадки. Весьма опасны SO_4 и Cl , так как они могут мигрировать на большие расстояния, загрязнять поверхностные и подземные воды, превращая их в непригодные для практического использования. Металлы имеют гораздо меньшую дальность миграции. Однако, накапливаясь в почвах, они ухудшают условия проживания населения.

Ключевые слова: техногеосистемы, геоэкологическая опасность, промышленная зона, медноколчеданные месторождения, техногенез, природные компоненты, геохимические поля, ландшафты, рельеф

GEOTECHNOLOGY FORMATION OF THE ECOLOGICAL STATE OF NATURAL COMPONENTS OF ALL OPEN PIT FIELD

Artamonova Svetlana V., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Orenburg State University, 13 Pobeda ave., Orenburg, Orenburg region, 460018, Russian Federation, e-mail: nebo7208@mail.ru

The factors of technogenic transformations of the natural components on Gaisky field are considered in this article. Especial attention refers to anomalies of soil cover and natural waters of Gaisky techno geosystem: Based on these researches 3 factors of formation of geochemical anomalies of heavy metals have been brought out: 1) disposition in the