

4. Ратанова М. П., Бабурин В. Л., Даньшин А. И. Экономическая и социальная география стран ближнего зарубежья: пособие для вузов / Под ред. М. П. Ратановой. 2-е изд., испр. М.: Дрофа, 2006. 582 с.
5. Рязанцев С. Н. Киргизия: Академия наук союза ССР. М.: Гос. Изд-во Географической литературы, 1951. 252 с.
6. Рыбаковский Л. Л. Трансформация миграционных процессов на постсоветском пространстве; Рос. акад. наук. М.: Академия, 2009. 428 с.
7. Экономическая география Кыргызской Республики: 9 класс: Атлас. Изд. № ОСО (03), ЛРН№065196 от 3.06.97 г.

REFERENCES

1. Denisenko M. B., M. Gijo, M. Shuller i dr. Naselenie Kyrgyzstana / Pod red. Z. Kuda-baeva, M. Gijo, M. B. Denisenko. B.: 2004. 157 s.
2. Informatsionnyj portal o sovremennom i delovom Kyrgyzstane. Istorija Kyrgyzstana. Rezhim dostupa: [<http://www.allkyrgyzstan.com/kyrgyzstan/history.htm>] (data obrashchenija: 04.02.2012).
3. Kistanov V. V., Kopylov N. V., Chistjakov E. G. i dr. Ekonomicheskaja geografija Rossii i stran vližnego zarubezh'ja / Pod red. V. V. Kistanova, N. V. Kopylova. M.: Vysshaja shkola, 2005. 584 s.
4. Ratanova M. P., Baburin V. L., Dan'shin A. I. Ekonomicheskaja i sotsial'naja geografija stran vližnego zarubezh'ja: Posobie dlja vuzov / Pod red. M. P. Ratanovoj 2-e izd., ispr. M.: Drofa, 2006. 582 s.
5. Rjazantsev S. N. Kirgizija: Akademija nauk sojuza SSR. M.: Gos. Izd-vo Geograficheskij literatury, 1951. 252 s.
6. Rybakovskij L. L. Transformatsija migratsionnyh protsessov na postsovetском pro-stranstve; Ros. akad. nauk. M.: Akademija, 2009. 428 s.
7. Ekonomicheskaja geografija Kyrgyzskoj Respubliki: 9 klass: Atlas: Izd. № ОСО (03), LR№065196 ot 3.06.97 g.

A. M. Максимова, Д. А. Нестеров

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ

Донные отложения водотоков содержат в себе наиболее полную и объективную информацию о физико-географических условиях, существовавших не только в самих реках и каналах, но и на их водосборах. Одной из важнейших является проблема загрязнения донных отложений тяжелыми металлами, которые по оценке многих специалистов являются самыми опасными загрязнителями. Большое значение имеет изучение донных осадков и для решения вопросов геоэкологии. Так, в последние годы было выяснено, что малые реки и водоемы, расположенные на территории городов, являются наилучшими индикаторами степени загрязненности окружающей среды урбанизированных территорий, поскольку представляют собой аккумулирующие составляющие гидрографической сети.

Ключевые слова: тяжелые металлы, загрязнение, река, окружающая среда, донные отложения, аномалии, элемент.

A. Maksimova, D. Nesterov

Environmental Problems of Small Streams

The sediments of watercourses contain the most complete and objective information on the physical and geographical conditions that existed not only in the very rivers and canals, but also on their catchments. One of the most important ones is the issue of

contamination of sediments with heavy metals, which according to many experts are the most dangerous pollutants. The study of sediments and to address issues of geo-ecology is of a great importance. Thus, in recent years, it has been found that small rivers and reservoirs located in the cities are the best indicators of the extent of environmental pollution in urban areas, as they are accumulating the components of the hydrographic network.

Keywords: heavy metals, pollution, river, environment, sediments, anomalies, element.

В настоящее время состояние малых рек в результате резко возросшей антропогенной нагрузки на них оценивается как катастрофическое. Значительно сократился сток малых рек. Велико число рек, прекративших существование в последнее время, многие оказываются на пороге исчезновения. Антропогенных факторов изменения химического состава воды малых рек множество. Назовем наиболее существенные из них. Это непосредственное поступление в реки сточных вод от промышленных предприятий, в результате которого происходят коренные изменения состава воды и появляются специфические вещества, губительные для естественного природного фона; загрязнение удобрениями и ядохимикатами, поступающими с сельхозугодий, а также ливневыми и талыми водами урбанизированных территорий, особую тревогу вызывает проблема заиления рек. Сброс в реки бытового и промышленного мусора является крайне негативной проблемой. Этот мусор, разлагаясь, выделяет канцерогенные вещества — источники различных заболеваний. Загрязнение вод проявляется в изменении физических и органолептических свойств (нарушение прозрачности, окраски, запахов, вкуса), в увеличении содержания сульфатов, хлоридов, нитратов, токсичных тяжелых металлов, в сокращении растворенного в воде кислорода воздуха, в появлении радиоактивных элементов, болезнетворных бактерий и других загрязнителей. Очевидно: проблема малых рек является экологической проблемой мирового масштаба [5].

Малые водотоки служат коллекторами всех видов загрязнения. Их донные отложения имеют способность накапливать и хранить сведения о состоянии и изменениях химических и динамических параметров водной среды. Они являются важным источником информации о прошлых климатических, геохимических, экологических условиях, существующих на водосборе и в самом водоеме, позволяют оценить современное экологическое состояние воздушной и водной сред [6].

Среди комплекса проблем, связанных с загрязнением водотоков, одной из важнейших является проблема загрязнения донных отложений тяжелыми металлами, которые, по оценке многих специалистов, являются самыми опасными загрязнителями [7]. Тяжелые металлы сравнительно экспрессно и количественно определяются в объектах окружающей среды современными аналитическими методами. Изменения в особенностях их распределения сопровождают практически все виды воздействий, что позволяет использовать их как чувствительные индикаторы потоков загрязняющих веществ. Кроме того, в последние годы было выяснено, что аквальные геосистемы, расположенные на территории Санкт-Петербурга и других городов, являются наилучшими индикаторами степени загрязненности окружающей среды урбанизированных территорий, поскольку представляют собой аккумулялирующие составляющие гидрографической сети [1].

В качестве объекта исследований была выбрана река Пряжка. Располагаясь в дельте Невы и являясь левым рукавом р. Мойка, р. Пряжка может служить хорошим примером результата техногенного воздействия на естественный водоток. Стоит отметить, что в 2007 г. проводилась чистка русла р. Пряжка. Данное исследование основано на фактическом мате-

риале геохимического состояния донных отложений, полученных до очистительных работ и после их проведения.

В ходе полевых работ в зимний период (февраль — март 2012 г.) со льда акватории осуществлялся отбор донных отложений, который сопровождался подробной документацией отобранного материала.

На р. Пряжка были заложены семь профилей от территории ФГУП «Адмиралтейские верфи» до Матисова моста. На каждом профиле по трем скважинам отбиралась полная колонка осадков до коренных отложений. Профили были заложены в местах исследований, проведенных в 2005 г., для получения более точных данных по динамике загрязнения донных отложений исследуемого водотока.

Отбор образцов проводился с помощью озерного бура. Для координатной привязки точек отбора проб использовался GPS-навигатор eTeex Legend. Послойный отбор по вертикальным разрезам вплоть до коренных (подстилающих) пород проводился через каждые 5 см. Отобранные пробы высушивали до воздушно-сухого состояния при температуре 105 °С. Сухая проба была измельчена так, что максимальный размер частиц не превышал 1 мм. Измельченная масса пробы обычно избыточна для рентгеновского анализа, поэтому для его проведения отбирался рабочий образец массой 15–25 г. Затем рабочий образец дополнительно измельчали до пудры на оборудовании, не загрязняющем пробы. Для этого мелющие элементы оборудования не должны содержать определяемых элементов.

Отобранные образцы пород и почв анализировались в Лаборатории геохимии окружающей среды РГПУ им. А. И. Герцена рентгенофлуоресцентным методом на спектрометре «СПЕКТРОСКАН МАКС-GV». Этот аппарат относится к приборам рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). Это означает, что в его работе используется источник первичного рентгеновского излучения (рентгеновская трубка) для облучения анализируемого объекта, в результате чего сам объект начинает излучать (флюоресцировать) в рентгеновском диапазоне. Спектральный состав этого вторичного излучения адекватно отражает элементный состав анализируемого образца. Атомы того или иного химического элемента имеют свои, характерные только для данного элемента спектральные линии. Таким образом, наличие или отсутствие в спектре тех или иных линий говорит о присутствии соответствующих химических элементов, а измерение «яркости» этих линий позволяет количественно оценить концентрацию данного элемента [4].

При изучении р. Пряжка, главным образом, использовался метод геохимического анализа. В качестве методической основы была взята методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. Для построения градуировочных характеристик используются девять градуировочных образцов — государственные стандартные образцы состава почв: чернозема типичного, дерново-подзолистой супесчаной почвы, красноземной почвы [3]. Эта методика позволяет измерять такие элементы, как Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Pb, а также оксиды: TiO₂, MnO, Fe₂O₃. Большинство этих элементов относятся к тяжелым металлам по решению Целевой группы по выбросам Европейской экономической комиссии ООН и входят в группу высокотоксичных химических веществ [2].

Для сравнения геохимического состояния донных отложений р. Пряжка за 2005 год с геохимическим состоянием донных отложений 2012 года были построены графики распределения концентраций тяжелых металлов в техногенных илах по профилям за эти годы (рис. 1–7).

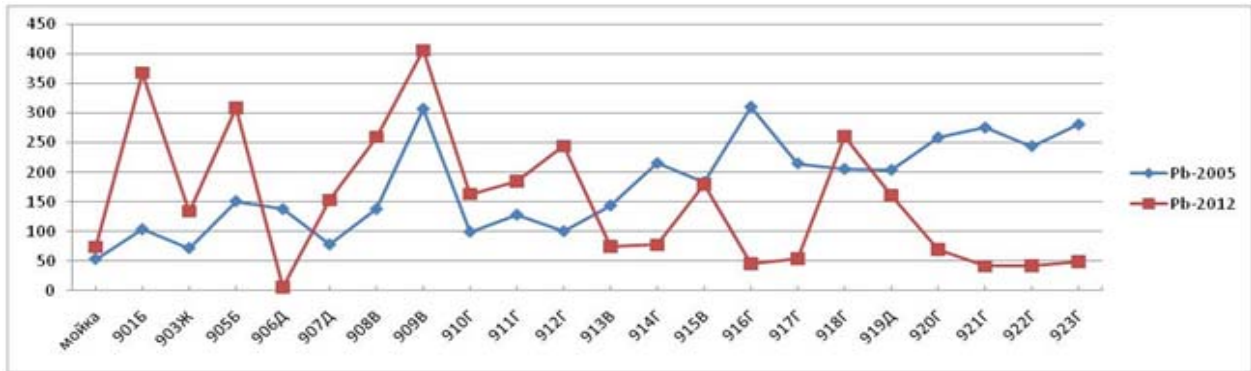


Рис. 1. Содержание свинца в техногенных илах р. Пряжка

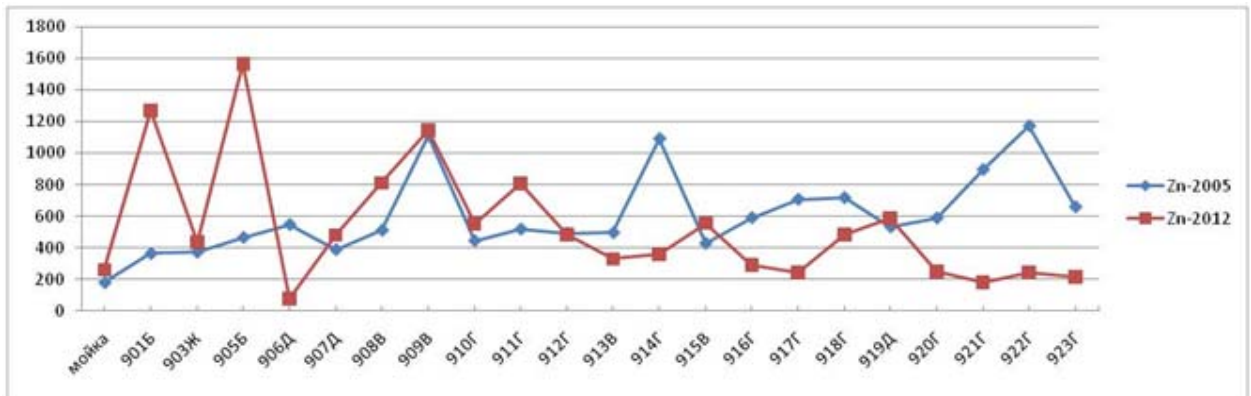


Рис. 2. Содержание цинка в техногенных илах р. Пряжка

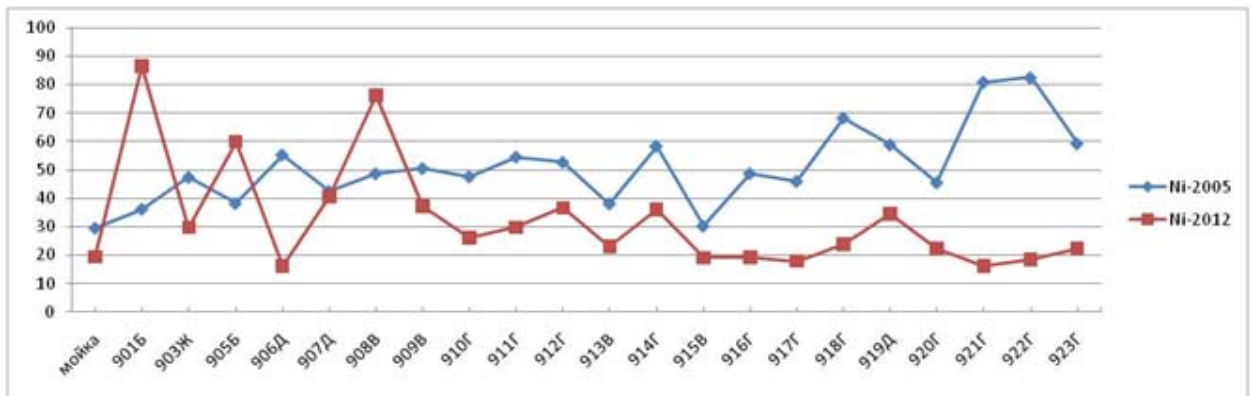


Рис. 3. Содержание никеля в техногенных илах р. Пряжка

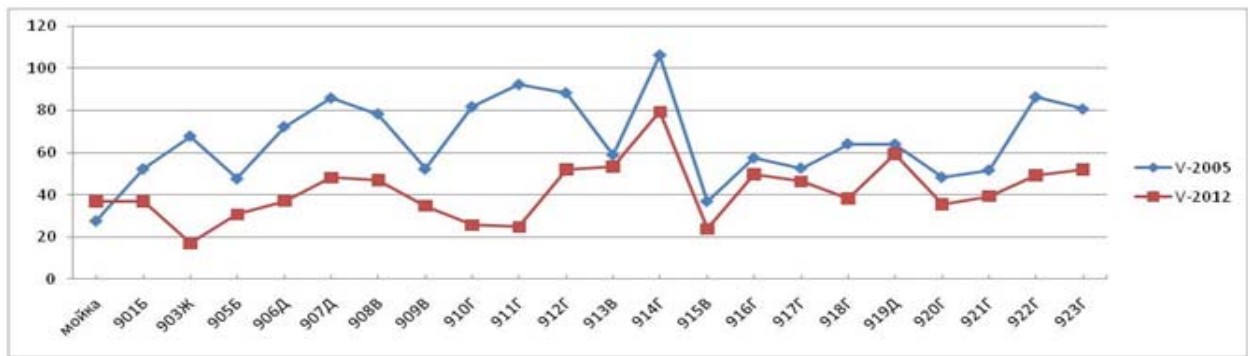


Рис. 4. Содержание ванадия в техногенных илах р. Пряжка

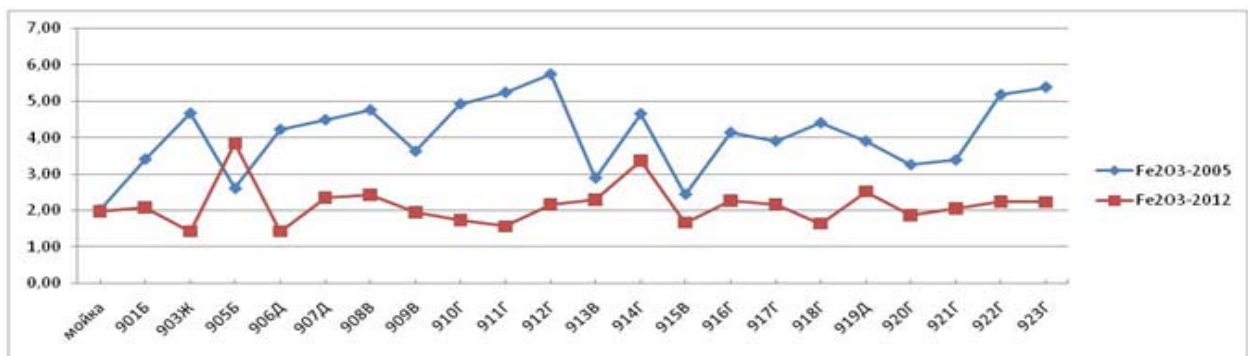


Рис. 5. Содержание Fe2O3 в техногенных илах р. Пряжка

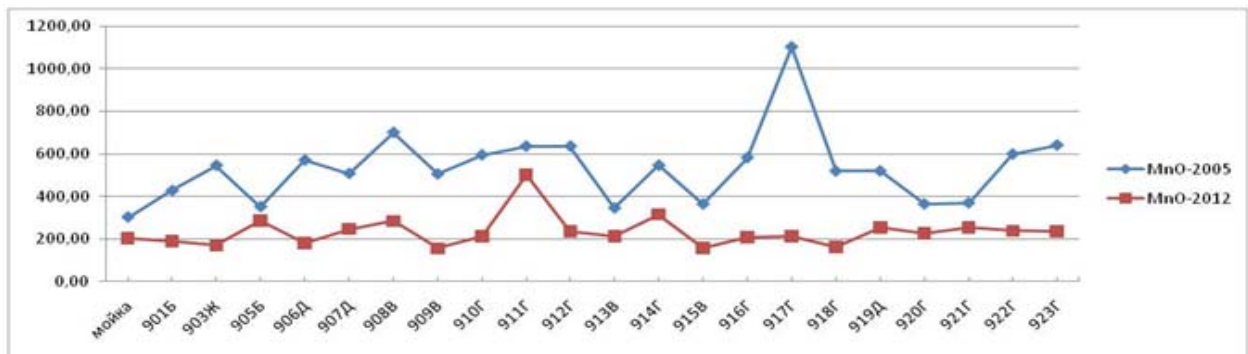


Рис. 6. Содержание марганца в техногенных илах р. Пряжка

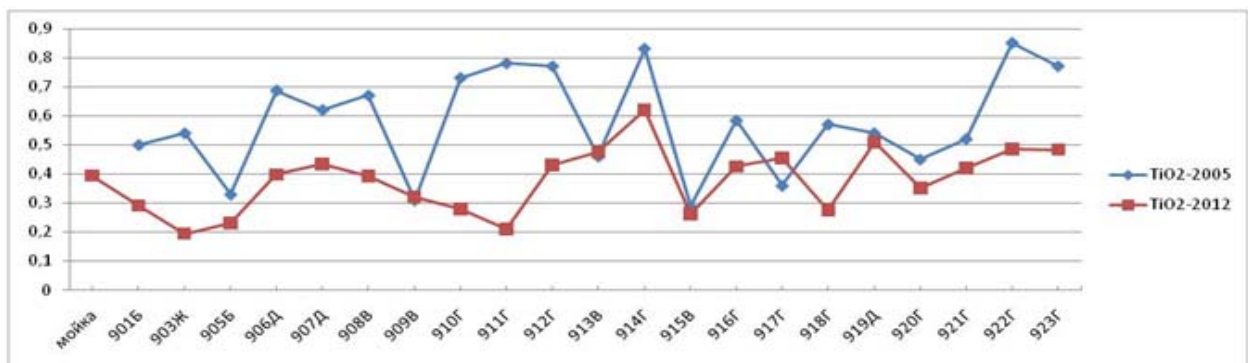


Рис. 7. Содержание TiO2 в техногенных илах р. Пряжка

При анализе полученных графиков распределения тяжелых металлов в донных отложениях р. Пряжка по профилям можно отметить, что линии трендов за 2005 и 2012 гг. коррелируют между собой. Также стоит отметить наименьшие значения линий трендов за 2012 г. почти во всех исследуемых точках, что подтверждается сравнением среднего содержания тяжелых металлов в техногенных илах за 2005 и 2012 гг. (см. табл.).

**Среднее содержание тяжелых металлов
в техногенных илах р. Пряжка**

Год	Содержание, ppm								Содержание, %	
	Pb	As	Zn	Cu	Ni	Cr	V	Mn	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
2005	177,26	40,05	603,08	25,34	50,93	128,04	66,09	532,54	4,05	0,58
2012	152,45	6,17	529,17	29,74	32,35	79,11	41,69	233,86	2,14	0,38

Среднее содержание мышьяка в техногенных илах р. Пряжка за 2012 г. понизилось по отношению к 2005 г. в 6,49 раза, свинца — в 1,16, цинка — в 1,14, никеля — в 1,57, хрома — в 1,62, ванадия — в 1,59, марганца — в 2,28, железа — в 1,89, титана — в 1,53. Средняя концентрация меди в техногенных илах за 2012 г. возросла по отношению к 2005 г. в 1,17 раза.

На графиках содержания Pb, Zn, Ni в донных отложениях реки Пряжка наблюдаются общие новые аномалии этих элементов в точках «901Б» и «905Б», по сравнению с данными 2005 г. Новая аномалия никеля наблюдается в точке «908В». Также на графике распределения свинца и цинка прослеживаются повышенные значения трендов за 2012 г. в точках от «мойка» до точки «912 Г», исключения составляют точка «906Д» и «912Г» для цинка. Значения трендов содержания ванадия, железа, марганца, титана в техногенных илах за 2012 год значительно ниже трендов 2005 года, исключения составляют точки «мойка» — для ванадия, «905Б» — для железа, «909В, 913В, 917Г» — для титана.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что проведенная чистка русла реки Пряжка в 2007 году в целом снизила концентрации тяжелых металлов в техногенных илах. Поэтому следует проводить такие дноочистительные работы на реках и каналах Санкт-Петербурга. Но стоит заметить, что концентрации наиболее опасных элементов, накапливающихся в донных отложениях, изменяются ежегодно. В связи с этим возникает необходимость многолетних наблюдений за состоянием донных отложений, поэтому мониторинговые исследования в этой области являются наиболее эффективными.

Также стоит отметить появление новых аномалий Pb, Zn, Ni в первых трех профилях от реки Мойка, что свидетельствует о сохранении высокой техногенной нагрузки на данной территории. Это вызвано исключительно техногенным происхождением, связано с большим количеством промышленных объектов, таких, как ФГУП «Адмиралтейские верфи», ряда автотранспортных предприятий (включающих такие объекты, как СТО и АЗС), а также с оживлённым транспортным потоком на набережной в часы пик. Вероятно, одним из источников загрязнений донных отложений поллютантами может служить сточная вода, которая идет через трубы со стороны психиатрической больницы до реки Пряжка. Также стоит отметить, что концентрации тяжелых металлов в донных отложениях реки Пряжка выше в крайних точках профилей, что свидетельствует о поступлении этих элементов с бережных от наземного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водные объекты Санкт-Петербурга / Под ред. С. А. Кондратьева и Г. Т. Фрумина. СПб., 2002. 348 с.
2. *Исидоров В. А.* Введение в курс химической экотоксикологии. СПб.: СПбГУ., 1997. 88 с.
3. Методика выполнения массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. СПб.: ООО «НПО Спектрон», 2004.
4. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве / Б. А. Ревич, Ю. Е. Саг, Р. С. Смирнова (Утв. 15 мая 1990 г. № 5174-90). М.: ИМГРЭ, 1990.
5. *Нестеров Е. М., Грачева И. В., Зарина Л. М.* Об информативности показателей общей минерализации и кислотно-щелочных свойств при определении степени загрязненности снегового покрова урбанизированных территорий // *Экология урбанизированных территорий*. 2012. № 3. С. 81–88.
6. *Нестеров Е. М., Тимиргалеев А. И., Маслова Е. В.* Оценка техногенного воздействия на городскую среду на основе изучения геохимии донных отложений // *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион: Естественные науки*. 2008. № 2. С. 96–99.
7. *Янин Е. П.* Тяжелые металлы в малой реке в зоне влияния промышленного города. М.: ИМГРЭ, 2003. 89 с.

REFERENCES

1. *Vodnye objekty Sankt-Peterburga / Pod red. S. A. Kondrat'eva i G. T. Frumina*. SPb., 2002. 348 s.
2. *Isidorov V. A.* *Vvedenie v kurs himicheskoy ekotoksikologii*. SPb.: SPbGU., 1997. 88 s.
3. *Metodika vypolneniya massovoy doli metallov i oksidov metallov v poroshkovykh probah pochv metodom rentgenofluorescentnogo analiza*. SPb.: OOO «NPO Spektron», 2004.
4. *Metodicheskie rekomendatsii po ocenke stepeni zagryazneniya atmosfernogo vozduha naseleennykh punktov metallami po ih soderzhaniju v snezhnom pokrove i pochve / B. A. Revich, Ju. E. Saet, R. S. Smirnova (Utv. 15 maja 1990 g. № 5174-90)* M.: IMGRJE, 1990.
5. *Nesterov E. M., Gracheva I. V., Zarina L. M.* *Ob informativnosti pokazatelej obshchej mineralizatsii i kislotno-shchelochnykh svoystv pri opredelenii stepeni zagryaznennosti snegovogo pokrova urbanizirovannykh territorij // Ekologija urbanizirovannykh territorij*. 2012. № 3. S. 81–88.
6. *Nesterov E. M., Timirgaleev A. I., Maslova E. V.* *Otsenka tehnogennogo vozdeystviya na gorodskuju sredu na osnove izuchenija geohimii donnykh otlozhenij // Izvestija vysshikh uchebnykh zavedenij. Severo-Kavkazskij region: Estestvennye nauki*. 2008. № 2. S. 96–99.
7. *Janin E. P.* *Tjzhelye metally v maloj reke v zone vlijaniya promyshlennogo goroda*. M.: IMGRE, 2003. 89 s.

Л. А. Нестерова, Д. А. Морозов, О. В. Малозёмова

ПАЛЕОГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ЮГО-ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ВЕПСОВСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Понимание современного состояния естественных природных ландшафтов требует палеоэкологической ретроспективы. Детальное палинологическое исследование верхних метров озерно-болотных отложений Святозера в совокупности с геохимическими методами анализа позволило получить достоверные данные об эволюции исследуемой территории в среднем и позднем голоцене.

Ключевые слова: геохимия, палеоэкология, озерные отложения, закономерности эволюции, реконструкция.