

DOI: 10.34286/1995-4646-2020-70-1-29-36

УДК 502.175/502.51:504.5

Материал поступил в редакцию 12.01.20.

Г. Ю. ТОЛКАЧЕВ, канд. геогр. наук, старший научный сотрудник

Б. И. КОРЖЕНЕВСКИЙ, канд. геол.-мин. наук, старший научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова», Российская Федерация, г. Москва

GLEB Yu. TOLKACHEV, Ph. D. of Geographic Sciences, Senior Research Officer

BORIS I. KORZHENEVSKIY, Ph. D. of Geologo-Mineralogical Sciences, Senior Research Officer

All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Russian Federation, Moscow

СПЕЦИАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

SPECIAL OBSERVATIONS IN THE MONITORING SYSTEM OF POLLUTION OF THE SEDIMENTS OF WATER BODIES BY HEAVY METALS

Аннотация. Проблема загрязнения водных бассейнов тяжелыми металлами является актуальной и в настоящее время. Существует ряд нерешенных вопросов, таких как отсутствие предельно допустимой концентрации загрязняющих веществ, отсутствие регламентированного подхода к отбору проб для испытаний, различные подходы к рассмотрению совокупности загрязняющих веществ и другие. Приведены опыт работы и их результаты за последние 10–15 лет. Для систематизации исследований загрязнения на основе многолетних экспериментальных работ в пределах бассейна Волги были отобраны объекты различных иерархических уровней. Наиболее крупным таксоном является чаша водоема с прилегающей территорией с расположенными на ней городами и поселениями, притоками различных порядков, небольшими элементами природного и техногенного рельефа. Городские и поселковые агломерации, расположенные по берегам водоемов, нерегулируемые участки рек на водосборных территориях, имеют меньшую площадь, но не играют роли в загрязнении водных объектов. Некоторый вклад в загрязнение/очистку вносят небольшие реки, которые могут способствовать стоку столь же чистого, как и загрязненный Ил, материала в крупные водотоки. Для разных таксонов по иерархии предлагаются различные по площади и времени режимы съемок. Представлены результаты специальных исследований в самых малых областях, полученные на практике, и описаны методы, используемые в экспериментах. Представлена картина загрязнения и отмечены тенденции его изменения в окружающей среде и во времени. **Ключевые слова:** мониторинг, загрязнение тяжелыми металлами, таксоны, участки различных категорий, донные отложения, водные объекты.

Abstract. The problem of pollution of water basins with heavy metals is an actual still now. There are a number of outstanding questions, such as the lack of maximal allowable concentration for pollutants, the lack of a regulated approach to sampling for testing, different approaches to the consideration of a set of pollutants and others. The work experience and their results for the last 10–15 years are given. For systematization the research of pollution, the objects of different hierarchical levels were selected on the basis of long-term experimental work within the Volga basin. The largest taxon is the bowl of the reservoir with the adjacent territory with the cities and settlements located on it, tributaries of different orders, small elements of natural and man-made relief. Urban and settlement agglomerations located on the coasts of reservoirs, unregulated areas of rivers in the watershed territories are smaller in area, but not in the role of the pollution of water bodies. Some input to pollution/purification is

made by small rivers, which can contribute to the flow as clean as contaminated silt material into large watercourses. Different area and time modes of surveys are offered for different taxon by hierarchy. The results of special investigations in the smallest areas obtained in practice are presented, and the methods used in the experiments are described. The picture of pollution is presented and tendencies of its change in an environment and in the time are marked.

Keywords: *monitoring, heavy metal pollution, taxon, sites of different categories, sediments, water objects.*

Мониторинг донных отложений (ДО) является важнейшим аспектом изучения экологического состояния водных объектов. Донные отложения водных объектов играют роль аккумулятора, трансформатора техногенного воздействия и являются индикатором его уровня [1]. Для мониторинга были выделены участки 3-х категорий по природно-техногенным признакам; участки IV категории – для специальных наблюдений.

К участкам I категории относятся чаши водохранилищ с сопредельными склонами, на которых расположены промышленные и селитебные зоны, сельхозугодья и прочие техногенные объекты. Само водохранилище характеризуется промывным режимом ниже водопропускных сооружений вышерасположенного гидроузла, режимом транзита и локального накопления тяжелых металлов (ТМ) в средней части и мощной седиментационной зоной тяжелых металлов в приплотинной части. Для оценки общей тенденции загрязнения донных отложений целесообразно повторять исследования в водохранилищах один раз в 5–10 лет [2].

На основании мониторинга на участках I категории выделяются участки II категории – те, на которых обычно фоновые значения по тяжелым металлам превышены в несколько раз. К таким участкам относятся как города с промзонами, расположенные на берегах Волги, например, Тверь, Ярославль, Кострома, Нижний Новгород и др., так и расположенные на притоках различных порядков, например, Щелково, Ногинск и Владимир – на Клязьме, Подольск – на Пахре. Фоновые значения по ряду металлов в донных отложениях реки Москвы превышены в десятки раз ниже одноименного города [1]. На подобных участках наблюдения необходимо осуществлять ежегодно, что позволяет оценивать результаты применения природоохранных мероприятий как отдельными предприятиями, так и в целом в пределах

промышленных и селитебных зон.

К участкам III категории отнесены условно чистые малые реки, роль которых в загрязнении, как правило, незначительна. В отдельных случаях при привносе ими чистых наносов происходит очищение загрязненных зон в водном объекте, в который они впадают. Малые реки с промышленными зонами и объектами целесообразно относить к участкам II или IV категории. На участках III категории при отсутствии значительной антропогенной нагрузки достаточно наблюдений один раз в 5–10 лет, при поступлении загрязнителей в водоток шаг наблюдений следует установить в 1 раз в год. На участках I–III категории мониторинг отвечает на общие вопросы загрязнения донных отложений тяжелых металлов. На участках спецнаблюдений – IV категории – могут изучаться как специально поставленные научные задачи, так и более детальные аспекты загрязнения водных объектов [3].

Отбор проб донных отложений осуществляется в зависимости от целей исследований. Водный объект разбивается на серию створов. При наличии поймы створ распространяется и на ее периодически затопляемую часть. Образцы донных отложений в каждом створе должны характеризовать водный объект или его часть за определенный промежуток времени. В каждом створе отбирается 1–3 пробы в зависимости от гидрологических характеристик и их особенностей на данном участке водного объекта. При использовании методики [1, 4] достаточно отбирать пробы весом 300...500 г. Известно, что верхние 3...5 см донных отложений характеризуют загрязненность водного объекта за последние 3...12 месяцев. При распределении загрязняющих веществ по глубине, а также при изучении изменения характера загрязнения по годам отбирают керны донных отложений ненарушенного сложения. При длительном хранении пробы рекомендуется замораживать до –20 °С.

При выборе точек отбора необходимо соблюдать следующие принципы:

1) на участках I категории при первичных обследованиях необходимо опробовать 2–4 точки по створам в крест водохранилища или реки на участках ниже промышленно-селитебных агломераций и на условно чистых участках; при повторных отборах следует корректировать пункты опробования в соответствии с целями исследования и результатами предыдущих исследований;

2) на участках II категории, т. е. в районах промышленно-гражданского освоения территории створы опробования следует размещать выше и ниже объекта обследования на первичной стадии с корректировкой или сохранением предыдущих мест опробования в зависимости от полученных результатов [1];

3) на участках III категории рекомендуется отбирать несколько проб в наиболее интересных местах малых рек;

4) участки IV категории – индивидуальны, и здесь специфика отбора проб зависит от цели исследования [2, 3].

Приводятся три вида объекта исследований: первый – плесы Ивановского водохранилища с индивидуальными режимами загрязнений, второй – на участках слияния рек Москвы и Оки, где загрязнение исследовалось по глубине, третий – малые реки, пересекающие значимые транспортные магистрали.

Результаты исследований

На *Иваньковском водохранилище* во внутригодовом режиме изучалось содержание Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb, Fe, Mn в придонных горизонтах воды, поровых растворах и твердой фазе донных отложений. Исследования проводились на станциях наблюдения «Плоски» и «Шошинский плес». Станция «Плоски» находится в русловой части водохранилища в створе у д. Плоски – в условиях стандартной скорости течения для данного водоема. Станция «Шошинский плес» находится в русловой части Шошинского плеса, 600 м выше автомоста – в условиях замедленного водообмена. Известно, что основное количество подвижных форм биогенных элементов (93...99 %) находится в 10-сантиметровом слое донных отложений [5–7]. Отобранные на указанных плесах

интегральные образцы донных отложений разделялись на твердую фазу и поровый раствор. В твердой фазе использовался метод химического фазового анализа, который включал в себя ее последовательную обработку тремя селективными вытяжками [4].

Для всех исследуемых элементов, кроме Pb и Cd, концентрация в поровом растворе во все сезоны выше, чем в придонной воде, что указывает на существование постоянного потока вещества из донных отложений в водную массу. Отсутствие корреляции между концентрациями тяжелых металлов в воде и поровом растворе может указывать на то, что их химический состав формируется независимо друг от друга под воздействием различных процессов. Необходимо отметить высокий процент суммы подвижных соединений в твердой фазе донных отложений практически для всех изучаемых элементов. Для станции «Плоски» особенно высокий процент характерен для Cu, Zn, Cd, Cr, а для станции «Шошинский плес» – для Zn, Cd.

На станции «Плоски» такие элементы, как Co, Cd, Mn более всего находятся в ионообменных формах, а для Cr, Ni, Pb, Fe эта форма имеет определяющее значение. Почти вся подвижная форма Cu находится в формах, связанных с органическим веществом донных отложений. Для Cr, Co, Ni, Cd эта форма играет значительную роль. Для Pb, As, Fe наиболее типична форма нахождения, связанная с гидроксидами Fe и Mn, для Co, Ni, Cu, Cd, Mn эта форма практически нетипична. Для Zn все три формы существования имеют одинаковое распределение.

Из полученных данных следует, что Co, Cd, Mn, Cr, Ni, Pb находятся в наиболее подвижных формах в донных отложениях станции «Плоски». На станции «Шошинский плес» закономерности распределения подвижных форм элементов в целом сохраняются. Большая часть Co, Zn, Cd находятся в ионообменных формах, для Cr, Ni, Pb, As эта форма играет существенную роль, особенно в зимних условиях. Для Pb, As форма, связанная с гидроксидами Fe и Mn, доминирует только в летний период, а зимой и весной резко возрастает значение ионообменных форм. Можно констатировать, что Co, Cd, Zn, а в зимний период и Pb, As находятся в наиболее подвижных формах в донных отложе-

ниях станции «Шошинский плес».

Подвижные формы изученных микроэлементов отличаются наибольшей изменчивостью (значения коэффициента вариации C_v), из чего можно сделать вывод, что именно изменение содержания тяжелых металлов в подвижных формах способствует изменению их валового содержания в донных отложениях.

Также в качестве объекта исследований были выбраны участки рек Оки и Москвы со значительным накоплением донных отложений преимущественно в виде илов вблизи города Коломны. Один расположен вблизи устья реки Москвы у Голутвинского монастыря в городе Коломне, второй – в реке Оке выше устья реки Москвы между автомобильным и железнодорожным мостами. Поскольку во время половодья взмучивается значительная толща иловатых донных отложений, в ходе исследований был изучен состав донных отложений и поровых вод на глубину до 60 см по методикам [5, 8, 9], доработанных во ВНИИГиМ [2, 10]. Мощность илов в этих зонах превышает 1 м. Отбор поровых растворов проводился с помощью специальных пробоотборников – «пиперов», предоставленных Институтом геохимии окружающей среды Гейдельбергского университета (ФРГ) (рисунок 1).

Отличительной особенностью этих пробоотборников является возможность отбора поровых растворов «*insitu*» без нарушения слоистости толщи донных отложений. Пробоотборник перед внедрением в донные отложения заполняется дистиллированной водой, затем внедряется в толщу донных отложений на 60...70 см и оставляется на 7–10 дней для того, чтобы установилось физико-химическое равновесие между поровым раствором и раствором внутри камер пробоотборника. Верхняя часть, выступающая на 15...20 см над дном, характеризует состав речных вод придонного слоя за этот промежуток времени. Таким образом, одновременно осуществляется отбор поровых вод и вод придонного слоя реки. В реке Москве керн донных отложений был отобран до глубины 47 см, в реке Оке – до глубины 44 см.

Профили состава поровых вод по глубине приведены на рисунках 2 и 3. Из результатов исследования следует, что в обеих реках донные отложения представляют

собой анаэробные среды (рисунок 2). В реке Москве значения E_h уменьшаются со 160 мВ в придонных слоях воды до –65 мВ на 1 см глубины донных отложений. В Оке эти же значения изменяются от 200 мВ до –40 мВ на глубине 5 см. Это связано с минерализацией органического вещества, уменьшением содержания оксидов Mn и Fe и появлением ионов Mn^{2+} и Fe^{2+} в поровых растворах. Содержание Mn в поровых водах донных отложений Оки в несколько раз выше, чем в поровых водах донных отложений реки Москвы. Как результат разложения органического вещества в анаэробных условиях в поровых водах донных отложений обеих рек появляется значительное количество PO_4^{3-} и NH_4^+ .

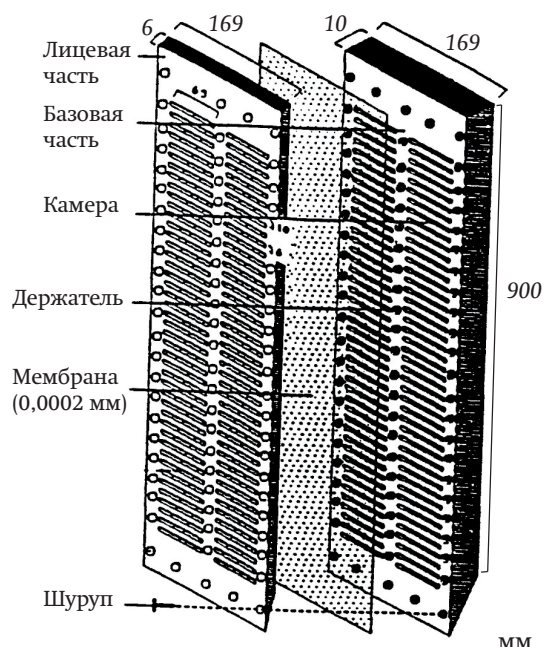


Рисунок 1 – Конструкция пробоотборника («пипера») поровых вод из донных отложений
 Figure 1 – Design of a sampler (“piper”) of pore water from bottom sediments

Максимальные концентрации наблюдаются на глубинах более 20 см и достигают значений 40 мг/л и 55...60 мг/л для Оки и Москвы соответственно. В донных отложениях обеих рек отмечены пики растворимых форм Cu , Zn , Pb и Cd в придонных слоях в верхнем 10-сантиметровом слое (рисунок 3). Растворимые формы Cr существуют практически во всех слоях ДО на изученную глубину, что связано с уменьшением содержания

оксидов Fe и Mn. Проведенные исследования позволяют оценить процесс вторичного загрязнения водной среды Оки вследствие

взмучивания и переноса загрязненных донных отложений, которые формируются вблизи устья реки Москвы.

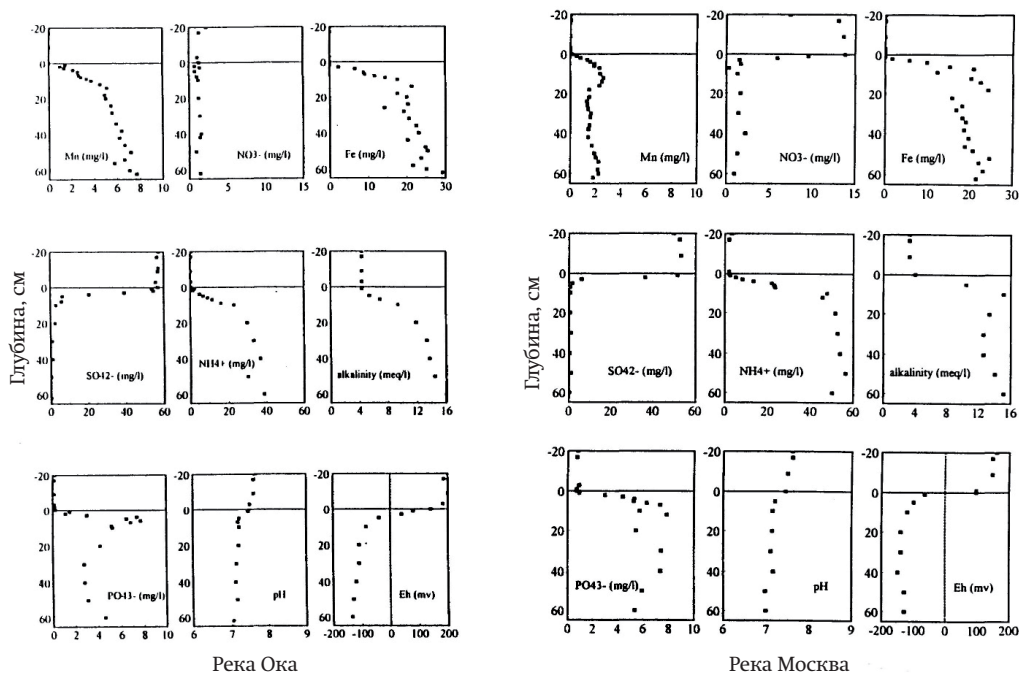


Рисунок 2 – Содержание тяжелых металлов и биогенных элементов, pH и Eh поровых вод донных отложений рек Оки и Москвы у города Коломны (на схеме «0» – граница между водой и донными отложениями)

Figure 2 – The content of heavy metals and nutrients, pH and Eh of the pore water of the bottom sediments of the Oka and Moscow rivers near the city of Kolomna (on the scheme "0" – the border between water and bottom sediments)

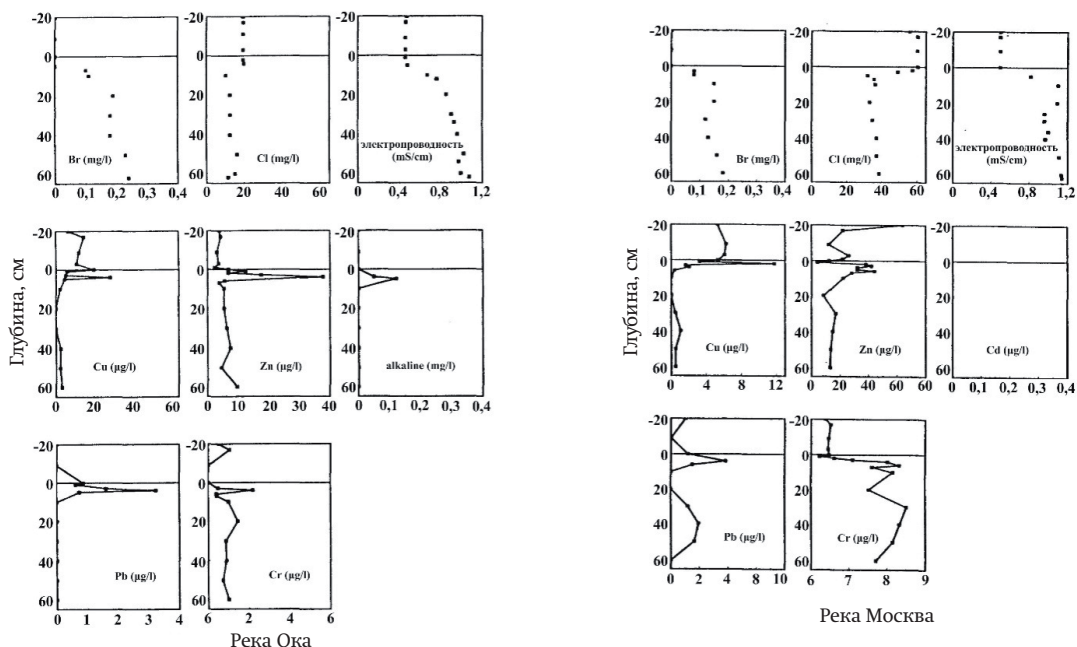


Рисунок 3 – Электропроводность и состав поровых вод донных отложений рек Оки и Москвы у города Коломны (на схеме «0» – граница между водой и донными отложениями)

Figure 3 – Electrical conductivity and composition of pore water of bottom sediments of the Oka and Moscow rivers near the city of Kolomna

Автомобильный транспорт является общепризнанным источником загрязнения окружающей среды. Для малых рек, где нет крупных промышленных предприятий и густонаселенных городов, автомобильный транспорт часто бывает одним из основных источников загрязнения. При высокой интенсивности движения автомобильного транспорта концентрации загрязнителей на придорожных территориях часто превышают допустимые санитарно-гигиенические нормы: химический анализ снежной массы, взятой с обочин дорог в Москве, показал, что концентрации превышают допустимые по нефтепродуктам в 486 – 125 раз, по Fe – в 88 раз, по Cu – в 260–290 раз, по Zn – в 180–265 раз, по Cd – в 6–10 раз, Ni и Pb – в 2–5 раз [11].

Для исследований были выбраны некоторые малые реки Московской области. Пункты мониторинга представляли собой участки их пересечения с автомобильными дорогами. Вблизи них отсутствовали крупные сельхозугодия, промышленные предприятия и селитебные зоны, что позволяет более корректно интерпретировать загрязнение водных объектов транспортными потоками. Отбор проб донных отложений был произведен на 13-ти участках, располагавшихся на реках Нерской, Пахре и Северке в местах их пересечения с автомагистралями и скоростными дорогами: Р105 (Егорьевское шоссе), М2 (Симферопольское шоссе), М4 (Каширское шоссе), Домодедовское шоссе, А108 (Бетонка-2), М5 (Рязанское шоссе) и дорогами обычного типа; произведен их анализ на содержание тяжелых металлов [3]. Как правило, вблизи автомагистрали формируется зона с повышенным содержанием тяжелых металлов в донных отложениях малой реки. По классификации Г. Мюллера [5], по Cd и Zn она характеризуется 1-м и гео-классом, т. е. умеренным загрязнением. На основании полученных данных можно отметить, что за последние десятилетия на автомагистралях и скоростных дорогах воздействие на малые реки увеличилось от всех источников загрязнения. На дорогах обычного типа отмечается увеличение износа асфальтобетонной дорожной одежды и повышение попадания в малые реки продуктов коррозии автомобилей.

Выводы

1. Представленное ранжирование территории по иерархическим единицам

(таксонам) позволяет определить ранги участков при исследовании загрязнений и определять последовательность действий, необходимых при изучении загрязнений донных отложений тяжелых металлов. Выбор пунктов отбора проб и частота повторяемости отбора позволит минимизировать затраты на эти операции.

2. Для плесов Иваньковского водохранилища отмечен высокий процент суммы подвижных форм тяжелых металлов в твердой фазе донных отложений, при этом данные формы отличаются наибольшей изменчивостью, из чего следует вывод, что именно изменение содержания тяжелых металлов в подвижных формах способствует изменению их валового содержания в донных отложениях.

3. Проведенные натурные эксперименты и лабораторные исследования показывают, что при оценке роли донных отложений как фактора вторичного загрязнения водной среды следует учитывать не только 10-сантиметровый слой, обогащенный тяжелыми металлами, но и толщу до 50...60 см, в которой основными загрязнителями могут выступать биогенные элементы PO_4^{3-} и NH_4^+ , а также ионы Mn и Fe.

4. Из результатов исследований следует, что загрязненность донных отложений реки Москвы выше в 2–3 раза, чем загрязненность донных отложений реки Оки. Левый берег реки Оки ниже впадения реки Москвы более загрязнен, чем правый, так как воды реки Москвы продолжают существовать отдельным потоком внутри Оки, прижатые ее более скоростным потоком. Концентрации всех рассмотренных тяжелых металлов практически выравниваются по обоим берегам Оки на расстоянии около 12 км после впадения р. Москвы.

5. По данным о загрязнении донных отложений малых рек автотранспортными потоками, отметим, что для дорог практически всех классов наблюдается увеличение концентрации Сг в их донных отложениях, вблизи автомагистралей и скоростных дорог наблюдается увеличение концентрации Рb. Концентрации остальных тяжелых металлов в донных отложениях малых рек не имеют прямой зависимости от класса дороги. Таким образом, загрязнение от автомобильного транспорта увеличилось не по всем тяжелым металлам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техногенное загрязнение речных экосистем / В. Н. Новосельцев и др.; Под ред. В. Е. Райнина и Г. Н. Виноградовой. М. : Научный мир, 2002. 140 с.
2. Корженевский Б. И., Толкачев Г. Ю., Ильина Т. А., Коломийцев Н. В. Основные принципы мониторинга загрязнения большой реки (на примере бассейна реки Волги) // Строй Много. 2017. № 2 (7). С. 1–7.
3. Корженевский Б. И., Коломийцев Н. В., Ильина Т. А., Гетьман Н. О. Мониторинг загрязнения автотранспортом малых рек Московской области тяжелыми металлами // Безопасность жизнедеятельности. 2018. № 4 (208). С. 24–29.
4. Толкачев Г. Ю. Тяжелые металлы в системе «вода–донные отложения». Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 98 с.
5. Mueller G. Schwermetalle in den Sedimenten des Rheins – Veraenderungen seit 1971 // Umschau 79. 1979. H. 24. pp. 778–783.
6. Денисова А. И., Нахшина Е. П., Новиков Б. И., Рябов А. К. Донные отложения водохранилищ и их влияние на качество воды. Киев : Наукова думка, 1987. 164 с.
7. Косов В. И., Иванов Г. Н., Левинский В. В., Ежов Е. В. Концентрации тяжелых металлов в донных отложениях Верхней Волги // Водные ресурсы. 2001. Т. 28. № 4. С. 448–453.
8. Brock T. C. M. Nitrogen and phosphorus budgets of a nymphaid-dominated system // Hydrobiol. Bull. 1981. vol. 15. no 3. pp. 191–192.
9. Mueller G., Furrer R. Pollution of the River Elbe – Past, Present and Future // Water Quality International. 1998. Vol. 1. pp. 15–18.
10. Коломийцев Н. В., Корженевский Б. И., Ильина Т. А. Загрязнение тяжелыми металлами и мышьяком донных отложений Иваньковского водохранилища // Вода: химия и экология. 2017. № 2 (104). С. 20–28.
11. Луканин В. Н., Трофименко Ю. В. Промышленно-транспортная экология. М. : Высшая школа, 2001. 273 с.

REFERENCES

1. *Tekhnogennoe zagryaznenie rechnyh ekosistem* [Technogenic pollution of river ecosystems] / V. N. Novosel'cev i dr.; Pod red. V. E. Rajnina i G. N. Vinogradovoj. M. : Nauchnyj mir, 2002. 140 p.
2. *Korzhenevskij B. I., Tolkachev G. Yu., Il'ina T. A., Kolomijcev N. V. Osnovnye principy monitoringa zagryazneniya bol'shoj reki (na primere bassejna reki Volgi)* [The basic principles of monitoring the pollution of a large river (on the example of the Volga river basin)] // *StrojMnogo*. 2017. № 2 (7). pp. 1–7.
3. *Korzhenevskij B. I., Kolomijcev N. V., Il'ina T. A., Get'man N. O. Monitoring zagryazneniya avtotransportom malyh rek Moskovskoj oblasti tyazhelymi metallami* [Heavy metals pollution monitoring of small rivers in the Moscow region by motor vehicles] // *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2018. № 4 (208). pp. 24–29.
4. *Tolkachev G. Yu. Tyazhelye metally v sisteme "voda–donnye otlozheniya"* [Heavy metals in the water – bottom sediment system]. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 98 p.
5. *Mueller G. Schwermetalle in den Sedimenten des Rheins – Veraenderungen seit 1971* // *Umschau* 79. 1979. H. 24. pp. 778–783.
6. *Denisova A. I., Nahshina E. P., Novikov B. I., Ryabov A. K. Donnye otlozheniya vodohranilishch i ih vliyanie na kachestvo vody* [Bottom sediments of reservoirs and their impact on water quality]. Kiev : Naukova dumka, 1987. 164 p.
7. *Kosov V. I., Ivanov G. N., Levinskij V. V., Ezhov E. V. Koncentracii tyazhelyh metallov v donnyh otlozheniyah Verhnej Volgi* [Heavy metal concentrations in bottom sediments of the Upper Volga] // *Vodnye resursy*. 2001. T. 28. № 4. pp. 448–453.
8. *Brock T. C. M. Nitrogen and phosphorus budgets of a nymphaid-dominated system* // *Hydrobiol. Bull.* 1981. Vol. 15. no 3. pp. 191–192.

9. **Mueller G., Furrer R.** Pollution of the River Elbe – Past, Presentand, Future Water Quality International. 1998. Vol. 1. pp. 15–18.
10. **Kolomijcev N. V., Korzhenevskij B. I., Il'ina T. A.** *Zagryaznenie tyazhelymi metallami i mysh'yakom donnyh otlozhenij Ivan'kovskogo vodohranilishcha* [Heavy metal and arsenic pollution of bottom sediments of the Ivankovo reservoir] // *Voda: himiya i ekologiya*. 2017. № 2 (104). pp. 20–28.
11. **Lukanin V. N., Trofimenko Yu. V.** *Promyshlenno-transportnaya ekologiya* [Industrial and transport ecology]. М. : Vysshaya shkola, 2001. 273 p.

Толкачев Глеб Юрьевич, канд. геогр. наук,
старший научный сотрудник отдела «Рекультивация и охрана земель»
E-mail: k-26@yandex.ru

Корженевский Борис Игоревич, канд. геол.-мин. наук,
старший научный сотрудник отдела «Рекультивация и охрана земель»
E-mail: 542609@list.ru