

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

УДК 502.36/57 + 504.05/06

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ НАКОПЛЕННОГО ВРЕДА НА ГЕОСИСТЕМЫ МАЛЫХ РЕК

© 2020 г. В. М. Питулько^{1,*}, В. В. Кулибаба^{1,**}, В. В. Иванова^{2,***}

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности Российской академии наук,
Корпусная ул., д. 18, Санкт-Петербург, 197110 Россия

² Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов

Мирового океана имени академика И.С. Грамберга, Английский пр., д. 1, Санкт-Петербург, 190121 Россия

*E-mail: pitulko@rambler.ru,

**E-mail: kouval@rambler.ru

***E-mail: vargeo66@gmail.com

Поступила в редакцию 25.08.2020 г.

После доработки 25.08.2020 г.

Принята к публикации 03.09.2020 г.

Актуальность исследований связана с разработкой методологии экологической экспертизы территорий в условиях высокой плотности объектов накопленного экологического вреда (ОНЭВ). Влияние ОНЭВ на гидрохимический режим частных водосборов малых рек бассейна Финского залива исследовано в рамках водосбора р. Мга, отличающегося высокой плотностью ОНЭВ и широким спектром их типов. Выполнены рекогносцировочные маршрутные геоэкологические обследования водотоков-реципиентов, экогеохимическая съемка и крупномасштабное картирование 27 объектов НЭВ нескольких типов, наблюдения за состоянием и режимом использования долинно-пойменных участков, негативными русловыми процессами и режимом предыдущего использования земельных участков. Относительно равномерно распределены два экогеохимических типа локальных объектов НЭВ: малообъемные свалки смешанных отходов и выработанные нерекультивированные торфяники различных видов добычи торфа. Геохимический спектр грунтов свалок – (Pb_{6.7}, As_{2.2}, Cd_{2.2}, Zn_{1.75}, Cr₄, Co_{1.7}). Влияние ОНЭВ на качество водных ресурсов предложено рассматривать с учетом особенностей формирования гидрологического и гидрохимического режимов малых рек, истории локальной антропогенной деятельности и динамики гидроклиматических показателей. Ключевыми параметрами служат: тип ОНЭВ, площадь и глубина залегания, местоположение на водосборе, жизненный цикл ОНЭВ. Показано, что оптимальным решением для мониторинга параметров качества водных объектов и загрязненных вод являются интегральные **маркерные показатели** – группы индивидуальных веществ со сходными свойствами, характеристиками или признаками, позволяющими оценить общий уровень загрязнений: ХПК, БПК_{20/7/5}, взвешенные вещества, сухой остаток, минерализация.

Ключевые слова: накопленный экологический вред, природно-хозяйственные системы, малые реки, ре-новация территорий, муниципалитеты

DOI: 10.31857/S0869780920060090

ВВЕДЕНИЕ

Проблема обращения с объектами *прошлого* экологического ущерба (ОПЭУ) крайне актуальна для Российской Федерации. Она связана с идентификацией их развития в различных типах геосистем, обосновывающей направление территориальных программ экологической реабилитации регионов либо в виде ликвидации ОПЭУ, либо их консервации (изоляция). В последнем случае достигается экономия средств при сохранении нормативного качества окружающей среды (ОС).

Экологический ущерб и наносимый вред геосистемам – главный фактор, учет которого обеспечивает рациональность природопользования. Мотивация исследований связана с разработкой методологии экологической экспертизы территорий в условиях высокой плотности ОПЭУ и разработкой стандарта обращения с ОПЭУ на муниципальном уровне, где велик риск формирования вторичных загрязнений ОПЭУ с участием процессов метилирования.

Исторически борьба с влиянием ОПЭУ была инициирована Агентством по охране окружаю-

шей среды США (United States Environmental Protection Agency; EPA) и странами Евросоюза. К стандартным ОПЭУ (военные полигоны, промышленные районы, горнодобывающий комплекс, полигоны отходов) в последние десятилетия добавились районы добычи сланцевой нефти и газа (Пенсильвания, Луизиана, Техас) и территории ведения военных действий – в Югославии, Кувейте, Ираке, Сирии, Украине и Чечне [8, 11]. Анализ рассматриваемой проблематики в европейских странах [6, 12] показывает, что она разбивается по направлениям:

- рекультивации объектов накопленного ущерба на урбанизированных территориях;
- оценки роли ландшафтно-зональных параметров при долговременном развитии ОПЭУ.

В РФ преобладают исследования в традиционном направлении технологической рекультивации нарушенных земель. Существенно меньше внимание уделяется геоэкологическим аспектам функционирования ОПЭУ. Ликвидация ОПЭУ в России осуществляется в рамках одноименной ФЦП, выбор объектов для которой основан на представлениях о “горячих экологических точках” (Проект ЮНЕП/ГЭФ: “Российская Федерация – Поддержка Национального плана действий по защите арктической морской среды”) [10].

Инвентаризация и оценка объектов НЭВ позволяет выполнить зонирование водосборов по уровню наносимого экологического ущерба, и на уязвимых участках осуществить их реабилитацию путем гибкой схемы технологических решений: санация, детоксикация, обеззараживание, реабилитация (реновация) и ликвидация.

Влияние ОНЭВ на качество и количество водных ресурсов необходимо рассматривать с учетом особенностей формирования гидрологического и гидрохимического режимов малых рек, истории локальной антропогенной деятельности и динамики гидроклиматических показателей. При этом ключевым параметром становится тип ОНЭВ, площадь и глубина залегания, местоположение (в прирусловой зоне или в других частях водосбора), жизненный цикл ОНЭВ на водосборе и др.

К настоящему времени выполнена [6] типизация объектов накопленного экологического вреда на примере Ленинградской области, входящей в водную геосистему Ладожское озеро–Нева–Невская губа–Восток Финского залива, оценен спектр и масштаб нагрузки, создаваемой на нее объектами НЭВ.

Вырубка лесов вызывает увеличение поверхностного стока и связанного с ним выноса различных веществ, в том числе эрозионного материала. Степень увеличения стока зависит от возраста вырубаемого леса; чем менее зрелая фаза насаждений, тем значительно увеличивается стока

[1]. В контурах концентрированного техногенного загрязнения накопление токсичных веществ на болотах на порядок выше, слабо растворимые вещества связываются при торфообразовании, исключаясь из биогеохимического обмена.

Очевидно, что влияние свалок, иловых площадок очистных сооружений, навозохранилищ, расположенных в прирусловой зоне и центральной части водосбора, различно. От ОНЭВ, находящихся в прирусловой части, загрязнение весной и при дождевых паводках распространяется со склоновым и почвенно-грунтовым стоком, обладая повышенным уровнем концентраций и большим объемом, по сравнению с такими же объектами, расположенными в центральной части малого водосбора. Попадание загрязняющих веществ в речную сеть во втором случае происходит преимущественно через грунтовые воды или дренажно-ручейковую сеть в более длительные промежутки времени (до нескольких лет) и с затухающей концентрацией ингредиентов нагрузки. В меженные периоды при любом местоположении ОНЭВ загрязнение от них происходит преимущественно через подземную разгрузку и за более длительное время, с существенными различиями в сорбции загрязнений.

МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Влияние ОНЭВ на гидрохимический режим частных водосборов малых рек бассейна Финского залива исследовано в рамках водосборов рек Мга и Назия, отличающихся высокой плотностью ОНЭВ и широким спектром их типов. Территория обеспечена высокой плотностью природных данных и достоверными картографическими материалами. Детальные инженерно-экологические изыскания в районе были проведены в 2004–2009 гг. в связи с проектированием и строительством двух очередей Северо-Европейского газопровода. Оценка влияния ОНЭВ на качество и количество водных ресурсов проводилась следующими средствами и методами:

- ретроспективный анализ данных ранее проведенных работ по состоянию компонентов природно-хозяйственных систем (ПХС) на изучаемой территории;

- полевое картирование и данные дешифрирования аэро- и космоматериалов по объектам НЭВ на водосборе и водоохраной зоне реки, включая эколого-химическое опробование поверхностных вод и почв;

- специальное цифровое картирование за многолетний период эволюции ПХС, пространственный и картографический анализ собранных данных.

Для оценки интегрального воздействия ОНЭВ проведены рекогносцировочные (теплый сезон,

Таблица 1. Доля НЭВ по расстоянию до ближайшего поверхностного водотока (речная сеть и магистральные дренажные каналы, объем выборки $n = 473$)

Диапазон, м	0–50	50–100	100–250	250–500	500–1000	1000–2500	>2500
%	15.7	10.5	24.5	14	19	14	2

межень) исследования гидрохимического фона и донных грунтов в участках русел, где поступают грунтовые и поверхностные воды от ОНЭВ: на р. Мга – военно-технический объект, свалка смешанных отходов с поверхностной консервацией и закрытые очистные сооружения с накоплением иловых осадков без рекультивации; на водосборе р. Назия – выработанное и нерекультивированное месторождение торфа.

Ключевым видом распространения токсичного воздействия от ОНЭВ в условиях геосистем изучаемой территории является миграционно-водный путь (табл. 1).

Мелиоративные площади осушенных земель сельскохозяйственного назначения в бассейне составляют до 70%.

В настоящее время воздействие ОНЭВ на гидрохимические объекты не имеет статистически репрезентативных, долговременных рядов наблюдений, и де-факто это вряд ли возможно из-за крайне значительных объемов требующихся мониторинговых наблюдений. Оптимальным решением для мониторинга параметров качества водных объектов и загрязненных вод являются интегральные **маркерные показатели** – группы индивидуальных веществ со сходными свойствами, характеристиками или признаками, позволяющими оценить общий уровень загрязнений, не осуществляя полной программы индивидуальных измерений [3].

К ним относятся маркерные вещества (параметры), которые в соответствии с методикой аналитического определения характеризуют содержание в воде ряда различных соединений, в зависимости от концентраций специфических веществ, что соответствует требованиям внедряющихся сейчас принципов производственного контроля интегральных техногенных нагрузок [4, 9]. В то же время, природа определенных в Справочниках по наилучшим доступным технологиям ИТС маркеров для сточных вод во многом исходит из технологической специфики. Непосредственно интегральными являются потребление кислорода (ХПК, БПК_{20/5/7}), взвешенные вещества (ВВ), сухой остаток, минерализация. Очевидно, что в отличие от технологического процесса спектры миграционно-водного сброса от ОНЭВ существенно нелинейны. Однако сам принцип выделения маркерных показателей нагрузок от ОНЭВ может быть целесообразен при мелкомасштабных расчетах, а также и как норми-

рованный проектный показатель для конкретного региона. Исходя из такого подхода, нами принята попытка качественной оценки потенциального воздействия ОНЭВ на реки частного бассейна Финского залива.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для крупных и средних рек с большой площадью водосбора на многолетнем ряде наблюдений (1989–2018) (рис. 1) был проведен анализ качественного состава веществ, имеющих высокую повторяемость превышения экологически значимой концентрации (до 0.9 ПДК_{рх}), с отбором участков водотоков, имеющих в промежутке между верхним и нижним створом боковую приточность (поверхностный и почвенно-грунтовый сток) от объекта НЭВ, охарактеризованного аналитическими данными по гидрохимическим показателям стока [9]. Учитывались объекты возрастом не менее 10 лет.

Вещества с концентрацией > 0.9 ПДК_{рх}, могут рассматриваться как потенциальные маркеры ОНЭВ после дополнительного исследования удельного вклада от того или иного типа ОНЭВ (табл. 2).

Для створов, где выявлены ОНЭВ с периодом существования менее половины ряда наблюдений, оказалось целесообразнее всего проводить оценки с использованием техники интегральных кривых (рис. 2). Интегральные кривые четко прослеживают изменения многолетних колебаний рассматриваемого процесса, элиминируя вариативность графиков данных.

В целом такие алгоритмы дают результаты, достоверно выявляющие точку (дату), начиная с которой произошло нарушение однородности, т.е. значимое изменение параметра мониторинга.

В пределах изученной территории относительно равномерно распределены два экогеохимических типа локальных ОНЭВ: малообъемные свалки смешанных отходов и выработанные нерекультивированные торфяники различных видов добычи торфа. Кроме них, на территории локально представлены промышленные крупномасштабные ОНЭВ: золошлакоотвалы, крупнообъемные свалки отходов без инженерного оборудования, выведенные из эксплуатации объекты специального назначения, закрытые очистные сооружения, карьеры общераспространенных полезных ископаемых (рис. 3).

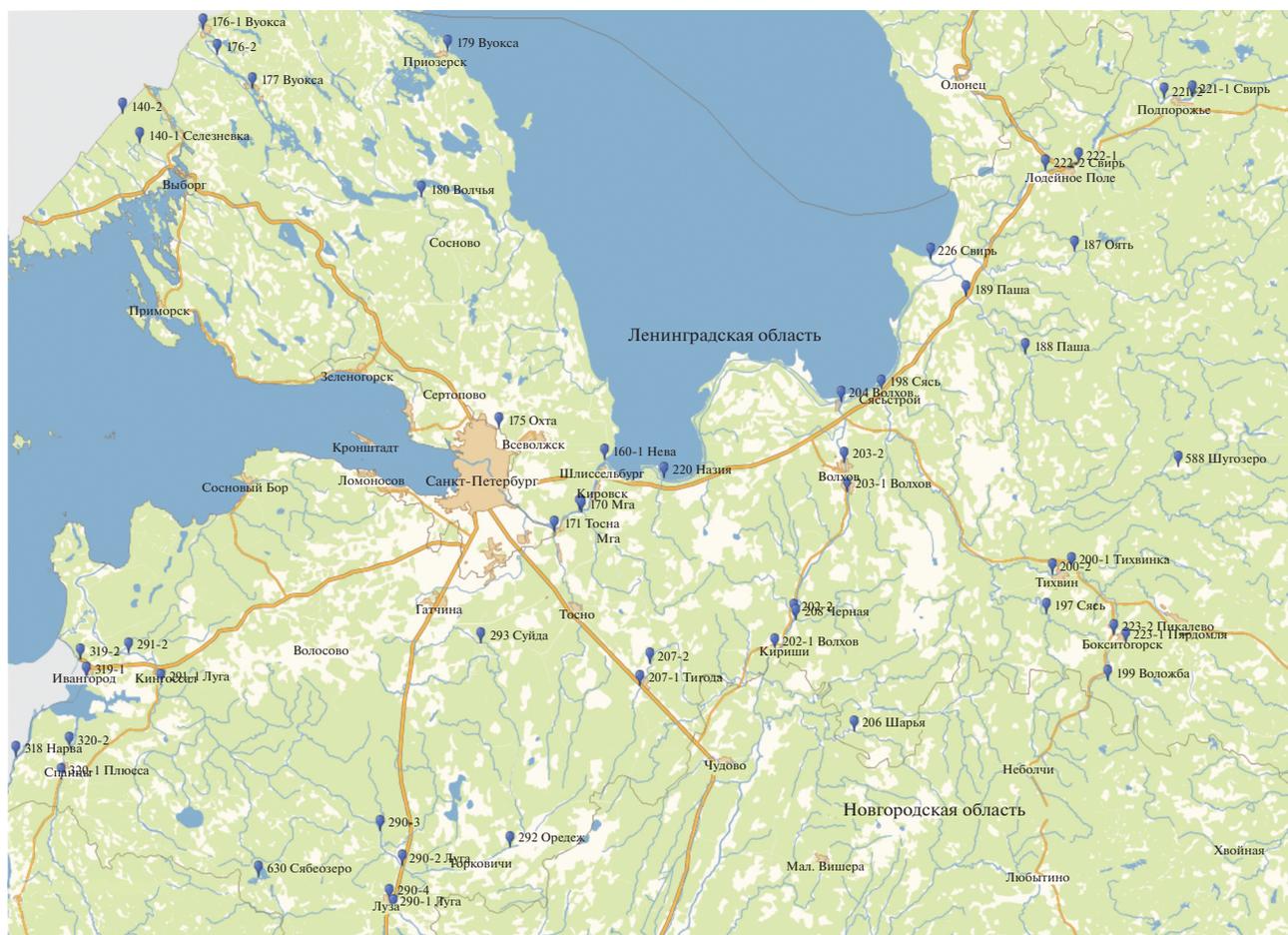


Рис. 1. Расположение контрольных створов на исследуемой территории.

Общий экогеохимический фон региональных загрязнений относительно низкий. При выделении ореолов воздействия на локальных участках установлена статистически достоверная корреляция влияния ОНЭВ – тяжелые металлы [6, 2, 7].

Отметим, что общие показатели загрязнения участков всех наблюдавшихся малообъемных свалок не на много превышают фон, что объясняется преобладанием инертных типов ТБО в свалочных массах. Геохимический спектр

Таблица 2. Перечень рек со среднегодовыми (период 1995–2018 гг.) концентрациями загрязняющих веществ, устойчиво превышающими ПДК_{рх} (доли ПДК), по [9], с дополнениями

Параметр	Контрольные створы**												
	140-1*	170*	160-2	171	291-2	179	226	319-2	198	223-2	200-2	203-1	204
ХПК	1.2	1.7	0.8	1.7	1.3	0.7	1.3	1.0	1.7	0.8	1.2	2.1	1.6
БПК5	1.3	0.9	0.5	0.8	0.6	1	0.8	0.5	1.0	2.7	1.1	1.4	0.9
NO ₂ ⁻	0.9	1.1	0.1	0.3	0.6	0.1	0.1	0.1	0.9	1.4	0.4	0.3	0.2
P общ.	1.4	1.5	0.4	1.8	1	0.0	1	0.6	2.1	0.0	0.0	0.0	2.1
Fe общ.	4.9	7.2	1.7	6.2	4.7	1.1	5.3	0.9	8.3	2.5	5.7	4.9	5.2
Cu	2.9	4.1	3.6	4.1	2.1	3.1	3.5	2.4	6.4	2.1	1.5	3.1	4.0
Zn	2.0	2.2	1.7	1.3	1.2	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mn	2.2	5.3	1.3	4.0	1.6	0.4	1.8	0.5	4.4	7.0	1.7	0.2	2.9

* малая река

** контрольные створы (см. рис. 1): 140-1 – Селезневка, 170 – Мга, 160-2 – Нева, 171 – Тосна, 291-2 – Луга, 179 – Вуокса, 226 – Свирь, 319-2 – Нарва, 198 – Сясь, 223-2 – Пярдомля, 200-2 – Тихвинка, 203-1 – Волхов, 204 – устье р. Волхов

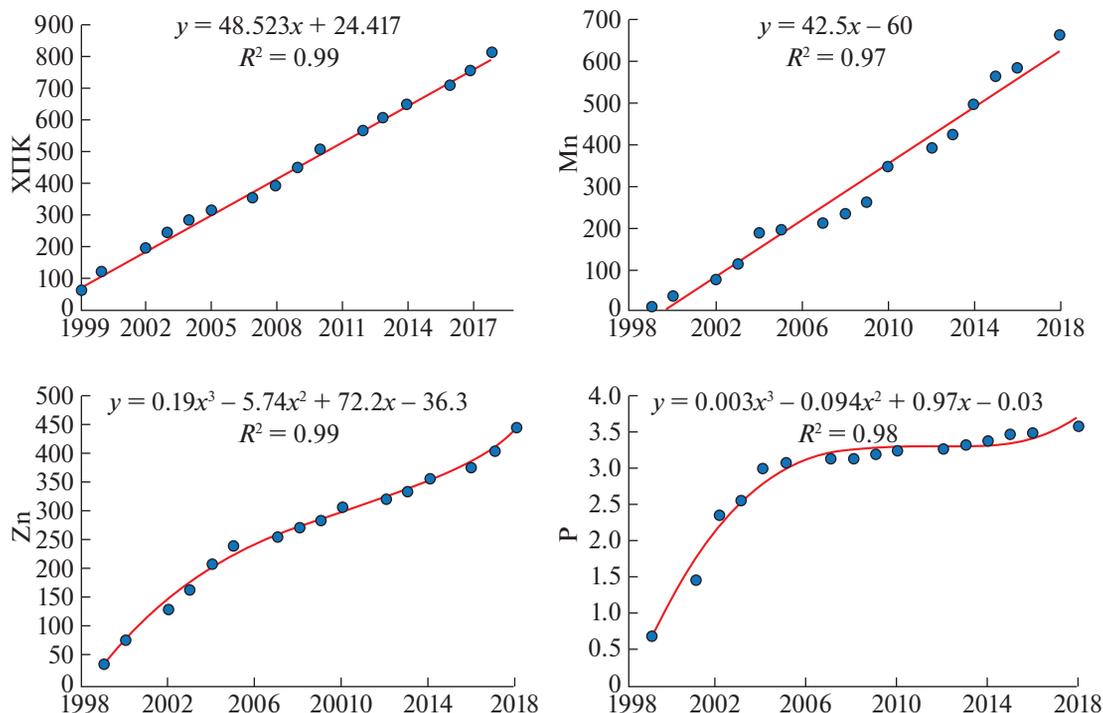


Рис. 2. Интегральные кривые ХПК, марганца, цинка и фосфора вод р. Мга.

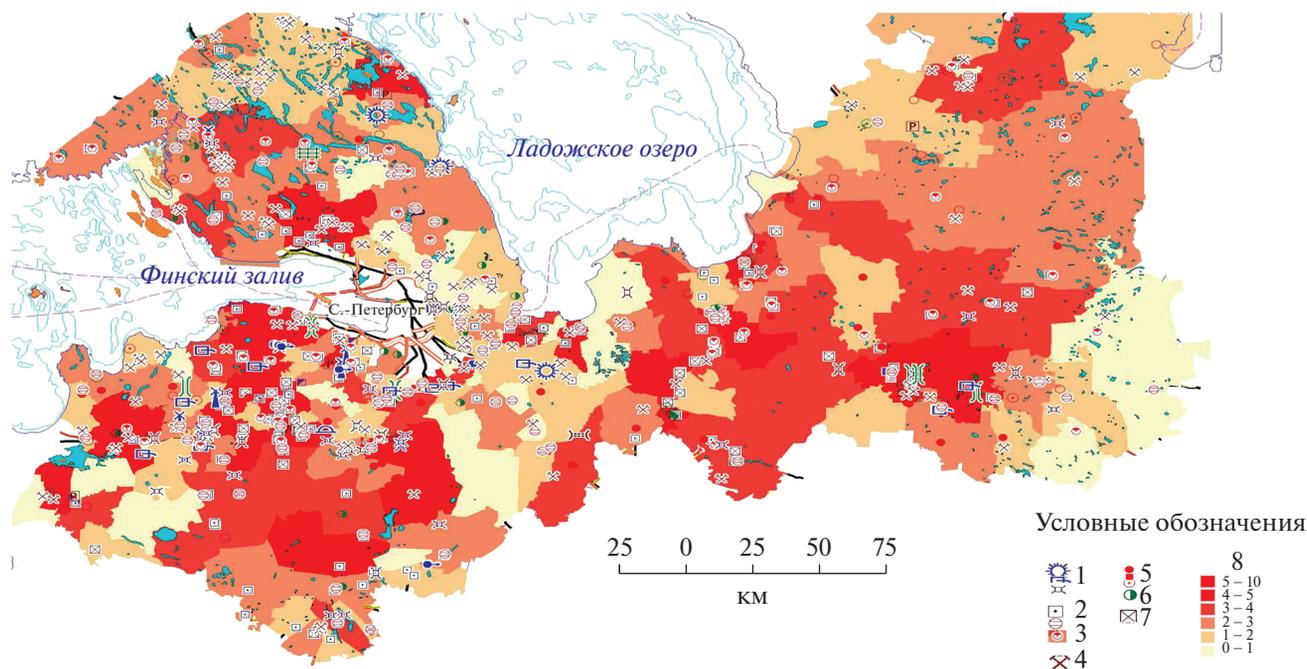


Рис. 3. Распределение объектов НЭВ в естественных контурах природных реципиентов, по данным авторов. 1 – объекты ГТС; 2 – иловые площадки; 3 – КОС; 4 – закрытые карьеры; 5 – несанкционированные свалки; 6 – полигоны ТБО; 7 – необорудованные навозохранилища; 8 – плотность объектов с потенциальным НЭВ.

почвогрунтов свалок – ($Pb_{6.7}$, $As_{2.2}$, $Cd_{2.2}$, $Zn_{1.75}$, Cr_4 , $Co_{1.7}$).

В р. Мга в 2017–2019 гг. наибольшую долю в общей загрязненности воды на протяжении дли-

тельных периодов имели ХПК, железо общее, медь, цинк и марганец, что согласуется с данными многолетнего (>25 лет) мониторинга Росгидромета¹ и [5]. Так, в 2014 г. концентрация железа

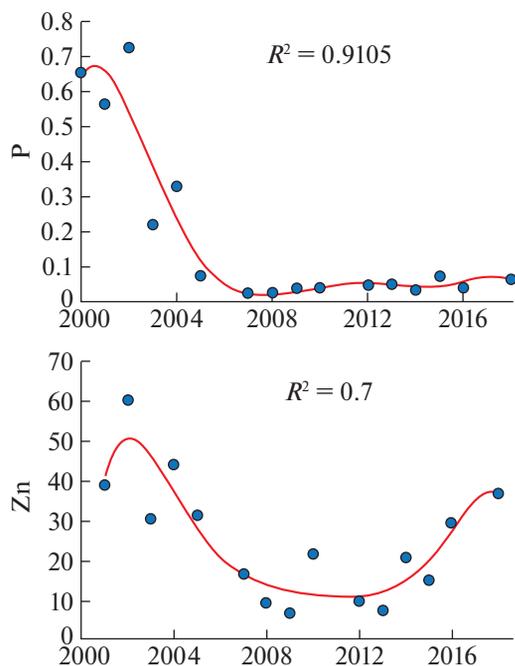


Рис. 4. Динамика изменения агротехнических (P) и промышленных (Zn) нагрузок ОНЭВ в бассейне р. Мга (2000–2018 гг.).

превысила норматив ПДК_{рх} в 17.9 раз. Данный компонент в Ленинградской области относится к критическому показателю загрязненности воды. При проведении съемок в 2018 г. в водах р. Мга было отмечено превышение нормативов по нефтепродуктам (1.4 ПДК) и фенолам (2.3 ПДК). Кроме того, в ней одновременно было зафиксированы пониженное содержание кислорода (5.4 мг О₂/дм³) и значимые величины содержания ДДТ и его метаболитов. Существующие данные по гидрохимии природных вод территории Ленинградской области предполагают возможность природного происхождения фенолов в воде (молерой лесосплав в 1950-е годы).

Многолетние ряды данных для малой реки выявляют достаточно четкую реакцию на сокращение общесеймовой нагрузки (рис. 4): фиксируется спад общего фосфора за счет уменьшения площади пашни и резкого снижения применения минеральных удобрений.

Ранее (1990-е годы) отмечалось, что донные грунты устьевой части р. Мга в сильной степени загрязнены, в том числе высокотоксичными углеводородсодержащими соединениями, в частности – хлороформным битуминоидом. К 2017–2018 гг. максимальные расходы паводков достиг-

ли значений 132 м³/с, при среднемеженном стоке <1 м³/с, что при низких средних глубинах (1–1.5 м) приводит к интенсивному перераспределению донных отложений и частичному выносу их в замыкающий створ.

Для р. Назия, находящейся в аналогичных ландшафтно-зональных условиях, характер загрязнения донных грунтов имеет иной спектр (табл. 3).

Отчетливое повышение концентраций, хотя и не имеет статистически надежной оценки в отличие от р. Мга, но свидетельствует о накоплении загрязнений в донных грунтах.

ВЫВОДЫ

Исходя из полученных данных, можно сделать несколько предварительных выводов.

1. Перечень показателей с высокой повторяемостью превышения установленного лимита для крупных и средних водотоков весьма ограничен: ХПК, марганец, железо общее, цинк, медь, фосфор валовый, азот нитритный. К сожалению, универсальный параметр – ХПК, малоприменим для региона в силу того, что его превышения в диапазоне 15–45 мг/л обусловлены большей долей вод болотного генезиса и, по существу, принадлежат к геохимическому фону, что подтверждается высокими концентрациями почти во всех водотоках за длительный период времени. Аналогичная ситуация существует для марганца и общего железа. Значительная часть водосборных бассейнов заболочена. На почвах болотного типа интенсивно протекают процессы микробиологического восстановления марганца, в результате чего подвижность его повышается, особенно в

Таблица 3. Концентрации загрязнений в донных осадках в р. Назия

Состав ЗВ	мг/кг (n = 12)	
	До сброса канала в р. Сидоровка	После сброса (50 м)
As	1.21	1.28
Cd	0.2	0.4
Cr	2.2	2.6
Cu	12.0	21.2
Hg	0.05	0.08
Ni	15	16.8
Pb	5.7	7.1
Zn	51.2	86.4
Бенз(а)пирен	0.012	0.029
Mn	201.5	214.0
НП	168	762

¹ Ежегодник Качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям на территории деятельности (Ленинградская область). ФГБУ “Северо-Западное УГМС”. СПб. 1995–2000 гг., 2004–2019 гг.

виде органоминеральных комплексов. Болотные воды несут также большое количество железа.

2. Фосфор валовый как маркер характерен только для ОНЭВ крупных комплексов животноводства.

3. Фактически лишь водорастворимые формы меди и цинка могут рассматриваться как элементы-маркеры на региональном уровне. Количественные параметры влияния требуют дополнительной оценки.

4. Полуколичественные оценки (метод интегральной кривой) позволили выявить только один достоверный результат влияния ОНЭВ: слабое изменение гидрохимического состава обнаружено для р. Тосно в створе дренажа участка с двумя крупными ОНЭВ (ГУП “Красный Бор” и свалка Усть-Тосно).

5. Основная причина слабого влияния ОНЭВ на крупные водотоки очевидно связана с высоким разбавлением склоновых вод – многопорядковая разность объема стока загрязняющих веществ и расходом рек (0.1–0.2 м³/с к 100–1000 м³/с соответственно).

На территории доминируют ОНЭВ, относящиеся к выработанным торфяникам (около 16% площади частного бассейна), которые оказывают значительное влияние на гидрологический и гидрохимический режим поверхностных водотоков. Это – участки с частично или полностью удаленным торфом (обводненные карьеры, фрезерные поля и поля сушилки) и примыкающие к ним технологические элементы (дамбы, перемычки, перегороды, приканавные и подштабельно-кантовочные полосы и др.).

В карьерах гидроторфа формируются болотные и водно-болотные фитоценозы. Все растительные группировки носят вторичный характер. В целом в составе группировок растительности преобладают эвтрофные сообщества. Все контуры имеют мелкоочаговые участки техногенных загрязнений от сопутствующих типов ОНЭВ – инфраструктурных инженерных сооружений и коммуникаций (ЛЭП, автодороги, узкоколейная железнодорожная сеть, трубопроводы, склады ГСМ, свалки ТКО, промздания).

По-видимому, поступление, по крайней мере, бенз(а)пирена и ртути, связано с пирогенными вариантами фаций ОНЭВ (на территории неоднократно фиксировались мелкоочаговые пожары ТКО и буртов торфа), по нефтепродуктам – длительное поступление от локальных участков бывших складов ГСМ. При этом до створа наблюдений русло реки имеет относительно небольшую длину и эффект паводкового сноса в отличие от р. Мга не проявляется. Одним из результатов исследований прогнозных рисков от экологического ущерба оказывается необходимость учета

ОНЭВ как фактора их влияния на гидрохимический режим водных объектов.

Данные мониторинга гидроэкологических и гидрогеоморфологических процессов малых водотоков представляют важный индикационный параметр техногенных воздействий на речной бассейн и экологическое состояние рек по показателям загрязнения донных отложений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Климас А.И.* Пространственно-временная неравномерность инфильтрационного питания грунтовых вод // Водные ресурсы. 1988. № 3. С. 66–72.
2. *Кулибаба В.В., Петухов В.В., Зинатулина Е.И., Меринова Е.С.* Рекультивированные карьеры Приневской низменности – специфическая разновидность объектов накопленного экологического ущерба // Региональная экология. 2016. № 1. С. 48–54.
3. *Марков М.Л., Гуревич В.Е., Воронюк Г.Ю.* Изменение минимального стока рек в условиях современного климата / Тр. Всерос. конф. “Гидрометеорология и экология: научные образовательные достижения и перспективы развития” (19–20 декабря 2017 г.). СПб.: Аграф +, 2017. С. 328–330.
4. Наилучшие доступные технологии. Определение маркерных веществ в различных отраслях промышленности // Сб. статей 3. М.: Изд-во “Перо”, 2015. 172 с.
5. *Насер Отман, Шелутко В.А., Урсова Е.С.* Оценка содержания различных форм азота в реке Великая по интегральным кривым // Вестник СПбГУ. Серия 7. Геология, География. 2014. Вып. 3. С. 95–103.
6. *Питулько В.М., Кулибаба В.В.* Реновация природных экосистем и ликвидация объектов прошлого экологического ущерба. М.: Изд. Центр ИНФРА-М, 2016. 524 с.
7. *Питулько В.М., Кулибаба В.В.* Экологический Риск-Анализ исходной фондовой информации по типам объектов накопленного ущерба на региональном и муниципальном уровне // Региональная экология. 2019. № 1 (55). С. 90–107. <https://doi.org/10.30694/1026-5600>
8. *Питулько В.М., Кулибаба В.В., Растоскуев В.В.* Техногенные системы и экологический риск. М.: Изд. Дом “Академия”, 2013. 380 с.
9. *Примак Е.А.* Интегральная оценка устойчивости и экологического благополучия водных объектов: автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. географ. наук. СПб., 2009.
10. *Соколов Ю.И.* Арктика: к проблеме накопленного экологического ущерба // Арктика: экология и экономика. 2013. № 2 (10). С. 18–27.
11. *Соловьянов А.А., Чернин С.Я.* Ликвидация накопленного вреда окружающей среде в Российской Федерации. М.: Наука, 2017. 456 с.
12. Federal Remediation Technologies Roundtable (FRTR), Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, 4th Edition, 2007. Last update on the 30 Mar 2018 15:47:08-0500.

ASSESSMENT OF ACCUMULATED ENVIRONMENTAL DAMAGE IMPACT ON SMALL RIVER GEOSYSTEMS

V. M. Pitul'ko^{a, #}, V. V. Kulibaba^{a, #, #}, and V. V. Ivanova^{b, ###}

^a St. Petersburg Research Centre for Ecological Safety RAS, Korpusnaya ul., 18, St. Petersburg, 197110 Russia

^b Gramberg All-Russia Research Institute for Geology and Mineral Resources of the Ocean, Angliiskii pr., 1, St. Petersburg, 190121 Russia

[#]E-mail: pitulko@rambler.ru

^{##}E-mail: kouval@rambler.ru

^{###}E-mail: vargeo66@gmail.com

Environmental damage to geosystems is the main factor, the consideration of which ensures the rational nature management. The relevance of this work is associated with the development of a methodology for environmental impact assessment of territories in conditions of high density of objects of accumulated environmental damage (OAED). The influence of OAED on the hydrochemical regime of small rivers catchments in the Gulf of Finland basin was studied within the catchment of the Mga River, which is characterized by a high density and a wide range of OAEDs. The geoecological surveys of recipient water streams were carried out including the study of the water and bottom sediments quality in the Mga and Nazia rivers, large-scale mapping of 27 OAEDs of different types, observations of the quality and usage of the valley-floodplain sections, negative riverbed processes and previous land usage. Two ecogeochemical types of local OAED are relatively evenly distributed: low-volume mixed waste dumps and developed peat non-regulated peat bogs of various types of peat extraction. The geochemical spectrum of landfill soils is (Pb_{6.7}, As_{2.2}, Cd_{2.2}, Zn_{1.75}, Cr₄, Co_{1.7}). It is proposed to consider the impact of OAED on the quality of water resources with the peculiarities of the formation of hydrological and hydrochemical regimes of small rivers, the history of local anthropogenic activity and the dynamics of hydroclimatic indicators. The key parameters are the type of OAED, the area and depth, location within the catchment, and the life cycle of OAED. It is shown that the optimal solution for monitoring the water bodies quality is the integral marker indicators, i.e., the groups of individual substances with similar properties, that allow us to assess the overall level of pollution: COD, BOD_{20/7/5}, suspended particles, dry residues, mineralization.

Keywords: accumulated environmental damage, natural economic systems, small rivers, territory renovation, municipalities

REFERENCES

1. Klimas, A.I. *Prostranstvenno-vremennaya neravnomernost' infil'tratsionnogo pitaniya gruntovykh vod* [Spatial-temporal unevenness of groundwater infiltration nutrition]. *Vodnye resursy*, 1988, no. 3, pp. 66–72. (in Russian)
2. Kulibaba, V.V., Petukhov, V.V., Zinatulina, E.I., Merinova, E.S. *Rekul'tivirovannye kar'ery Prinevskoi nizmennosti – spetsificheskaya raznovidnost' ob'ektov nakoplennoogo ekologicheskogo ushcherba* [Reclaimed quarries of the Neva Lowland as specific objects of accumulated environmental damage]. *Regional'naya ekologiya*, 2016, no. 1, pp. 48–54. (in Russian)
3. Markov, M.L., Gurevich, V.E., Voronyuk, G.Yu. *Izmenenie minimal'nogo stoka rek v usloviyakh sovremennoogo klimata* [Changing the minimum river flow under modern climate conditions]. *Trudy Vserossiiskoi konferentsii "Gidrometeorologiya i ekologiya: nauchnye obrazovatel'nye dostizheniya i perspektivy razvitiya" (19–20 dekabrya 2017 goda)* [Proc. All-Russia Conference on hydrometeorology and ecology, achievements in science and education and prospects for development (December 19–20, 2017)]. St. Petersburg, Agraf plyus Publ., 2017, pp. 328–330. (in Russian)
4. *Nailuchshie dostupnye tekhnologii. Opredelenie markernykh veshchestv v razlichnykh otraslyakh promyshlennosti* [The best available technologies. The definition of marker substances in various industries]. Collection of articles 3. Moscow, Pero Publ., 2015, 172 p. (in Russian)
5. Naser Otman, Shelutko, V.A., Urusova, E.S. *Otsenka sodержaniya razlichnykh form azota v reke Velikaya po integral'nykh krivym* [Estimation of the content of various forms of nitrogen in the Velikaya River by integral curves]. *Vestnik SPbGU. Seriya 7. Geologiya, Geografiya*. 2014, issue 3, pp. 95–103. (in Russian)
6. Pitul'ko, V.M., Kulibaba, V.V. *Renovatsiya prirodnykh ekosistem i likvidatsiya ob'ektov proshlogo ekologicheskogo ushcherba* [Renovation of natural ecosystems and the elimination of objects of past environmental damage]. Moscow, Tsentr INFRA-M Publ., 2016, 524 p. (in Russian)
7. Pitul'ko, V.M., Kulibaba, V.V. *Ekologicheskii Risk-Analiz iskhodnoi fondovoi informatsii po tipam ob'ektov nakoplennoogo ushcherba na regional'nom i munitsipal'nom urovne* [Environmental Risk-Analysis of initial stock information on types of accumulated damage objects at the regional and municipal level]. *Regional'naya ekologiya*, 2019, no. 1(55), pp. 90–107. DOI:10.30694/1026-5600 (in Russian)
8. Pitul'ko, V.M., Kulibaba, V.V., Rastoskuev, V.V. *Tekhnogennye sistemy i ekologicheskii risk* [Technogenic systems and environmental risk]. Moscow, Akademiya Publ., 2013, 380 p. (in Russian)

9. Primak, E.A. *Integral'naya otsenka ustoichivosti i ekologicheskogo blagopoluchiya vodnykh ob"ektov*. [Integral Assessment of Sustainability and Ecological Well-Being of Water Objects]. Extended Abstract of Cand. Sci. (Geogr). Dissertation. St. Petersburg, SPbSU, 2009, 26 p. (in Russian)
10. Sokolov, Yu.I. *Arktika: k probleme nakoplenno ekologicheskogo ushcherba* [The Arctic: the problem of accumulated environmental damage]. *Arktika: ekologiya i ekonomika*, 2013, no. 2(10), pp. 18–27. (in Russian)
11. Solov'yanov, A.A., Chernin, S.Ya. *Likvidatsiya nakoplenno vreda okruzhayushchei srede v Rossiiskoi Federatsii* [Elimination of accumulated environmental damage in the Russian Federation]. Moscow, Nauka Publ., 2017, 456 p. (in Russian)
12. Federal Remediation Technologies Roundtable (FRT-TR), Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, 4th Edition, 2007. Last update on the 30 Mar 2018 15:47:08-0500.