

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛОЙ РЕКИ ХОДЦА В ПЕРИОДЫ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ И ЛЕТНЕ-ОСЕННЕЙ МЕЖЕНИ

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF WATER OF THE SMALL RIVER DURING SPRING FLOOD AND SUMMER-AUTUMN INTERRUPTIONS

V. Zubkova
L. Rozumnaya
Z. Makahanyuk

Summary. The article presents the concentrations of ecotoxicants in the small Hodz river. The excess of the MPC for iron at all points and at all times of determination, an increase in the concentration of this element over time has been established. Based on the combinatorial index, a high level of water pollution is determined, due to the specificity of the natural background of iron.

Keywords: heavy metals, ecotoxicants, seasonal dynamics, natural background..

Зубкова Валентина Михайловна

Д.б.н., профессор, Российский государственный
социальный университет
vmzubkova@yandex.ru

Розумная Любовь Анатольевна

К.б.н., доцент, с.н.с., Всероссийский научно-
исследовательский институт ирригационного
рыбоводства;
rozumnaya65@mail.ru

Макаханюк Жанна Сергеевна

Аспирант, Российский государственный социальный
университет
Nanochka16@mail.ru

Аннотация. В статье приведены концентрации экотоксикантов в малой реке Ходца. Установлены превышения ПДК по железу во всех точках и во все сроки определения, увеличение концентрации этого элемента в динамике. На основании комбинаторного индекса определен высокий уровень загрязнения воды, обусловленный специфичностью природного фона железа.

Ключевые слова: тяжелые металлы, экотоксиканты, сезонная динамика, природный фон.

Введение

В настоящее время во многих регионах мира особенно сильное техногенное воздействие испытывают малые реки, гидрологический и гидрохимический режимы которых напрямую зависят от интенсивности хозяйственного освоения их водосборных бассейнов. Эти реки превращаются в коллекторы и приемники сточных вод и загрязненного поверхностного стока с территорий городов и промышленных зон. Поэтому необходима информация, объективно оценивающая ситуацию, сложившуюся в определенном регионе, что требует детального геохимического изучения особенностей распределения и поведения загрязняющих веществ в реках в условиях техногенеза [3, 6].

Особо острой проблемой на сегодняшний день является загрязнение поверхностных вод тяжелыми металлами (ТМ), которые способны аккумулироваться в различных компонентах экосистем, в том числе и в живых организмах [5]. В группу наиболее токсичных элементов, кроме свинца, ртути и кадмия, в настоящее время включают и такой элемент как железо, а также металлоид мышьяк, которые токсичны во всех своих формах в щелочных, кислых и нейтральных растворах [14].

Московский регион является одним из крупнейших урбанизированных регионов мира, малые реки которого испытывают на себе негативные последствия от загрязнений, пагубно влияющих на окружающую среду.

В зоне промышленного города поведение загрязняющих веществ в речном потоке определяется как характеристиками сточных вод; так и диапазоном условий, свойственных речной экосистеме [15].

Основной *целью* нашего исследования является изучение поведения в водах реки Ходцы группы тяжелых металлов, традиционно относимых к приоритетным поллютантам (Cd, Pb, Hg, Fe, As), а также ряда других химических элементов.

Река Ходца берёт свое начало в окрестностях города Электросталь и относится к Окскому бассейновому округу.

Оценку состояния реки Ходцы проводили в период весеннего половодья (16 апреля 2018 года) и летне-осеннюю межень (01.08.18 и 21.11.18).

Город Электросталь является одним из ведущих промышленных городов Московской области, предприятия

Таблица 1. Количество сточных вод, сброшенных хозяйствующими субъектами, тыс. м³, среднее за 2008–2018 гг.

Хозяйствующий субъект	Объем сброса сточных вод	Количество выпусков сточных вод	Количество выпусков сточных вод, обеспеченных очистными сооружениями
ОАО «МЗ «Электросталь»»	669,86	8	2
ОАО «МСЗ»	802,91	11	1
ОАО «ЭЗТМ»	31,82	2	0
ОАО «ЭХМЗ»	32,45	11	0
МУП «ПТП ГХ»	2061,84	3	1
«Прочие»	548,06		
Общее кол-во сточных вод	4146,94		

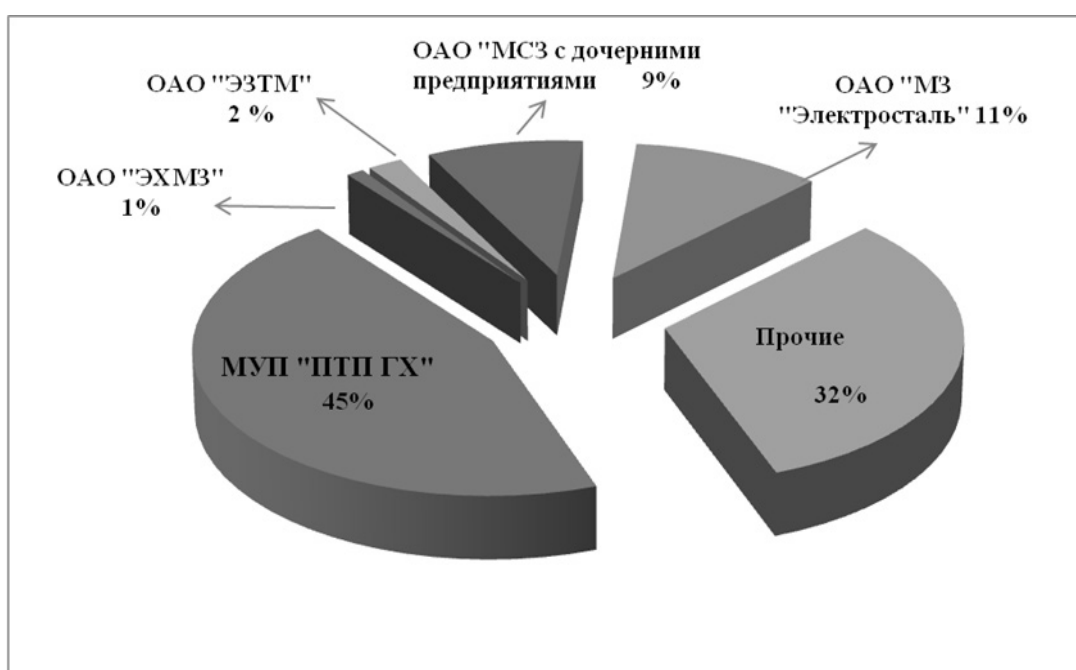


Рис. 1. Взвешенные вещества, сброшенные в водные объекты, среднее за 2008–2018 гг.

которого способствуют образованию мощного потока загрязняющих веществ в поверхностные воды (табл. 1).

Объем сточных вод, ежегодно поступающих в реки от предприятий г. Электросталь составляет более 4146,94 тыс. м³. При этом очистными сооружениями обеспечено всего 11% их выпусков, что свидетельствует о нехватке мощностей очистных сооружений Электростали.

Наибольшая доля сброшенных взвешенных веществ приходится на предприятия городского хозяйства (45%), доля промышленных предприятий составляет 23% (рис. 1).

При этом 61% всего объема сброшенных нефтепродуктов приходится на долю МУП «ПТП ГХ» (рис. 2).

Материал и методы исследований

Для установления изменений гидрохимических показателей воды реки Ходцы во времени и пространстве проводили отбор проб воды в период с апреля по ноябрь 2018 г. в истоке (55°48 35 с.ш. 38°28 49 в.д.), на расстоянии 7,9 км от истока (55.804496 с.ш., 38.514863 в.д.) и в устье (55°46 28 с.ш. 38°38 37 в.д.) в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05–85, тип проб — точечные [2].

Химический анализ воды выполнен по методикам, представленным в природоохранных нормативных документах федерального уровня, в аккредитованных испытательных лабораториях Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова и Феде-

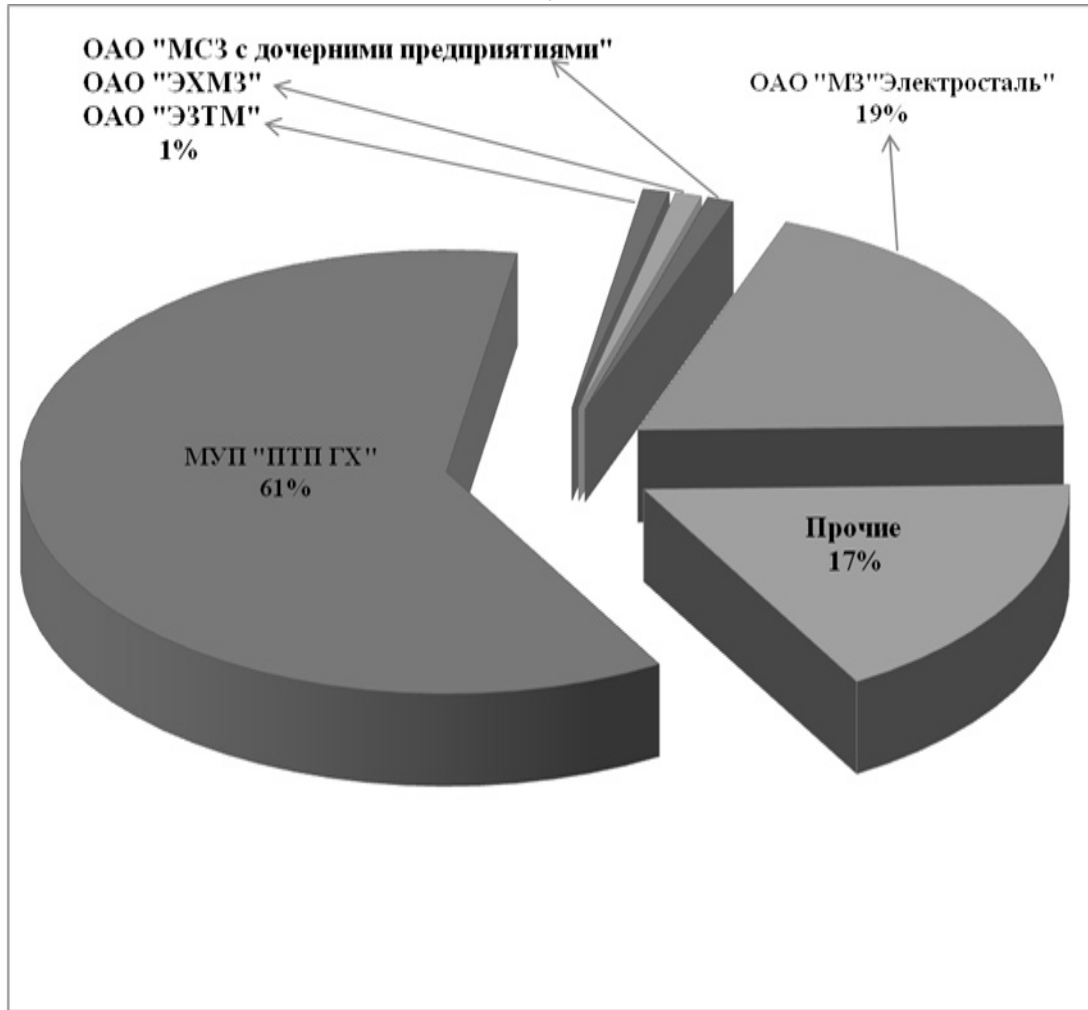


Рис. 2. Доля сброшенных нефтепродуктов в объекты окружающей среды хозяйствующими субъектами, среднее за 2008–2018 гг.

ральной службе по надзору в сфере прав потребителей и благополучия человека Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центре гигиены и эпидемиологии в Московской области» (филиал в Ногинском районе, городах Балашиха, Железнодорожный, Реутов, Черноголовка, Электросталь) [1,4,7–12].

Устройство для отбора проб — система пробоотборная для экологических исследований ПЭ — 12. Объем отбираемых проб 1+1+1л.

Для анализа степени загрязненности реки Ходцы использовали метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод, основанный на оценке качества воды водных объектов по отдельным загрязняющим веществам с использованием статистических приемов и значений ПДК. Наиболее информативными комплексными показателями по данному методу являются удельный комбинаторный индекс загрязненности воды

(УКИЗВ) и класс качества воды. Классификация качества воды, проведенная на основе значений УКИЗВ, позволяет разделять поверхностные воды на 5 классов в зависимости от степени их загрязненности: 1-й класс — условно чистая; 2-й класс — слабо загрязненная; 3-й класс — загрязненная; 4-й класс — грязная; 5-й класс —экстремально грязная.

Метод разработан Гидрохимическим институтом (ГХИ) Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) [13].

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ полученных результатов, проведенный в соответствии с нормативами качества воды водных объектов рыбохозяйственного назначения, в том числе нор-

Таблица 2. Гидрохимические показатели реки Ходца в период весеннего половодья и летне-осенней межени 2018 г., мг/дм³

Показатели	Место отбора проб воды		
	Дата отбора		
Исток			
	18.04.18	1.08.18	21.11.18
Cd, мг/дм ³	<0,0001	0,010	менее 0,0005
Pb, мг/дм ³	<0,0001	0,023	менее 0,005
Hg, мг/дм ³	<0,00001	менее 0,0001	менее 0,0001
Fe, мг/дм ³	0,984±0,07	18,2±1,8	30,5±5,3
As, мг/дм ³	<0,0001	0,0026±0,0012	0,009±0,004
Промежуточная точка			
Cd, мг/дм ³	0,0001	<0,0001	менее 0,0005
Pb, мг/дм ³	<0,0001	<0,0001	менее 0,005
Hg, мг/дм ³	менее 0,0001	менее 0,0001	менее 0,0001
Fe, мг/дм ³	0,8	3,0±0,4	5,9±0,6
As, мг/дм ³	<0,0001	менее 0,002	0,007±0,003
Устье			
Cd, мг/дм ³	0,0001	<0,0001	менее 0,01
Pb, мг/дм ³	<0,0001	<0,0001	0,0052±0,0010
Hg, мг/дм ³	менее 0,0001	менее 0,0001	менее 0,0001
Fe, мг/дм ³	1,2	1,58±0,24	12,9±2,3
As, мг/дм ³	<0,0001	0,0034±0,0015	0,006±0,004

мативами предельно-допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного назначения показывает, что для поверхностных вод реки Ходцы характерно повышенное содержание отдельных элементов (табл. 2).

Выявлено, что во всех точках отбора концентрации растворенных форм железа превышает предельно-допустимые концентрации, что связано с региональными особенностями поверхностных вод места проведения

исследований. В весенний период превышения концентраций ПДК железа составляют 3–4; в летний — 5–60; в осенний — 20–102 раза. Необходимо отметить, что концентрация железа во всех точках отбора увеличивалась от весны к осени. Железо приобретает подвижность в восстановительной обстановке болотных ландшафтов, которые занимают значительную часть водосборных бассейнов. Высокая подвижность железа приводит к тому, что этот элемент является типоморфным для данного региона. Содержание железа в воде выше 1–2 мг/

Таблица 3. Оценка качества воды в реке Ходца

Показатели	Место и сроки отбора проб воды		
	18.04.18	01.08.18	21.11.18
	Исток		
Комбинаторный индекс загрязненности	10,536	217,14	359,838
Класс загрязненности воды	V — экстремально грязная	V — экстремально грязная	V — экстремально грязная
На расстоянии 7,9 км от истока			
Комбинаторный индекс загрязненности	7,5	33,99	65,33
Класс загрязненности воды	IV — грязная	V — экстремально грязная	V — экстремально грязная
Устье			
Комбинаторный индекс загрязненности	9	18,18	183,48
Класс загрязненности воды	IV — грязная	V — экстремально грязная	V — экстремально грязная

дмЗ значительно ухудшает органолептические свойства, придавая ей неприятный вяжущий вкус. Железо увеличивает показатели цветности и мутности воды, придает ей неприятную красно-коричневую окраску и ухудшает ее вкус, вызывает развитие железобактерий. Высокое содержание железа в воде приводит к неблагоприятному воздействию на кожу, может сказаться на морфологическом составе крови, способствует возникновению аллергических реакций. Если стабильно высокое содержание ионов железа обусловлено природными факторами, связанными со значительной заболоченностью территории, то кадмий и свинец не являются типоморфными элементами. Однако, в истоке реки в летний период содержание их составило соответственно 10 ПДК и 2 ПДК.

Загрязнение вод ТМ может быть вызвано поступлением его с атмосферными осадками, сточными водами промышленных предприятий, вымыванием из сельскохозяйственных угодий и водами, просачивающимися из хранилищ отходов (свалок).

Особенность и значимость кадмия и свинца, являющихся экотоксикантами, в том, что они не разрушаются в любых условиях, а лишь меняют форму нахождения, постепенно накапливаясь в различных компонентах экосистемы, в том числе и в биотических. Даже при относительно низких концентрациях во внешней среде они биоактивны и способны аккумулироваться в различных организмах, в том числе, и в рыбах. Проникая в организм, тяжелые металлы нарушают проницаемость

биологических мембран, связываясь с аминокруппами белков, вызывают угнетение активности ферментов, что приводит к снижению иммунитета и резистентности организма к стресс-факторам.

Определение для всех точек и периодов отбора комбинаторного индекса загрязненности воды для обобщения информации о её химическом составе с определением кратности превышения ПДК и повторяемости случаев превышения нормативных значений, показало (табл. 3), что вода в реке Ходца, протекающей по территории города Электросталь в истоке в период весеннего половодья (грязная), летней и осенней межени — экстремально грязная (V класс загрязненности); в точке, находящейся на расстоянии 7,9 км от истока в летнюю и осеннюю межени — экстремально грязная, а в половодье — грязная (IV класс); в устье в период летней и осенней межени — экстремально грязная (V класс), весеннее половодье — грязная.

Заключение

Таким образом, результаты исследований показали, что максимальный комбинаторный индекс загрязненности воды установлен в период осенней межени в истоке (359), минимальный — в период половодья на расстоянии 7,9 км от истока (7,5). При этом необходимо обратить внимание на то, что загрязнение воды, прежде всего связано с содержанием ионов железа, которое по сезонам года отличается от содержания остальных металлов, и именно железо, в первую очередь, обуславливает высокий уровень загрязнения воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17.13.07–82 Межгосударственный стандарт охраны природы (гидросфера). Правила контроля качества воды водоемов и водотоков [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://protect.gost.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
2. ГОСТ 17.1.5.05–85 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков ГОСТ от 25 марта 1985 года № 17.1.5.05–85 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
3. Макаханюк Ж. С., Зубкова В. М., Лебедева М. В. Оценка качества воды реки Ходца в районе г. Электросталь в период половодья. Экология речных бассейнов: Труды 9-й Междунар. науч. практ. конф. / Под общ. ред. проф. Т. А. Трифионовой; Владим. гос. ун-т. им. А. Г. и Н. Г. Столетовых, Владимир, 2018. — 710 с.
4. Методика выполнения измерений массовой концентрации элементов в пробах питьевой, природных, сточных вод и атмосферных осадков методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой. ПНДФ 14.1:2:4.135–98 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
5. ПНДФ 14.1:2.15–95 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации анионных ПАВ в пробах природных и очищенных сточных вод [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.opengost.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
6. ПНДФ 14.1:2.1–95 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений pH в водах потенциометрическим методом (с Дополнениями и Изменениями) (Издание 2004 года). В методику внесены изменения в соответствии со Свидетельством о метрологической аттестации № 224.01.03.009/2004 и Протоколом № 1 заседания НТС ФГУ «ФЦАМ» МПР России от 03.03.2004 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
7. ПНДФ 14.1:2:3.100–97 Количественный химический анализ вод. Методика измерений химического потребления кислорода в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://standartgost.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
8. ПНДФ 14.1:2:3:4.121–97 (ФР.1.31.2007.03794) Методические рекомендации по применению методики выполнения измерений pH в водах потенциометрическим методом [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
9. ПНДФ 14.1:2:3:4.123–97 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дней инкубации (БПКполн.) [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.opengost.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
10. ПНДФ 14.1:2:3.96–97 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации хлоридов в пробах природных и сточных вод аргентометрическим методом [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.opengost.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
11. ПНДФ 14.1:2:4.114–97 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации сухого остатка в питьевых, поверхностных и сточных водах гравиметрическим методом [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
12. ПНДФ 14.1:2:4.168–2000 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, природных и очищенных сточных водах методом ИК-спектрофотометрии на концентратометре КН-2м ПНДФ от 17 марта 2000 года № 14.1:2:4.168–2000 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
13. РД 52.24.643–2002. Руководящий документ. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям» (утв. и введен в действие Росгидрометом 03.12.2002) из информационного банка «Отраслевые технические нормы» <http://www.consultant.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
14. Экологический словарь. <https://dic.academic.ru> [Дата обращения: 19 апреля 2019 г.].
15. Янин Е. П. Тяжелые металлы в малой реке в зоне влияния промышленного города. — М.: ИМГРЭ, 2003. — 89 с.

© Зубкова Валентина Михайловна (vmzubkova@yandex.ru), Розумная Любовь Анатольевна (rozumnaya65@mail.ru),
Макаханюк Жанна Сергеевна (Nanochka16@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»