УДК 504.453:504.4.054:504.064.2

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК В ЗОНЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ ГОРОДЕЦКОГО МУСОРОСОРТИРОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА

Вершинина И.В., Козлов А.В.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина», Нижний Новгород, e-mail: vershinina.iv@gmail.com

Статья посвящена изучению экологического состояния малых рек в черте Борского и Городецкого районов Нижегородской области, подпадающих под возможное влияние стоков Городецкого мусоросортировочного комплекса. Исследования включали лабораторный анализ проб воды, отобранных с реки Санда и реки Голубиха, расположенных на расстоянии от 2,3 до 1,7 км от техногенного источника загрязнения. Пробы отбирали в ноябре 2018 г. с четырех участков и анализировали на базе Эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей среды Мининского университета по основным органолептическим показателям качества, базовым параметрам катионно-анионного состава и биохимической активности. Было установлено, что воды обеих рек характеризуются низким уровнем качества по органолептическим свойствам – высокая степень цветности и мутности, и низкий уровень прозрачности. Низкое качество воды рек Санда и Голубиха, вероятно, было обусловлено высоким содержанием в водах органических загрязнителей, что косвенно подтверждается значительными величинами показателя ХПК, определенного по перманганатной окисляемости воды (от 37,7 до 55,0 мг О/л). При этом воды содержат достаточно высокое содержание растворенного кислорода (от 12,9 до 28, мг O_2/л), что характеризует водоемы высокой способностью к самоочищению. По остальным критериям экологического состояния воды рек характеризовались относительно удовлетворительным уровнем, при котором определенные показатели не выходили за установленные санитарно-экологические нормативы. На основании проведенных исследований, а также в связи со стратегической значимостью исследованных объектов как водоемов – переносчиков потенциальных загрязняющих веществ от мусоросортировочного комплекса подчеркивается значимость проведения периодических наблюдений за данными водоемами с расширением перечня контролируемых свойств.

Ключевые слова: мусоросортировочный комплекс, карты складирования отходов, малые реки, экологическое состояние водоемов

ECOLOGICAL CONDITION OF SMALL RIVERS IN ZONE OF POTENTIAL INFLUENCE OF THE GORODETSKY WASTE SORTING COMPLEX

Vershinina I.V., Kozlov A.V.

Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod, e-mail: vershinina.iv@gmail.com

Article is devoted to studying of an ecological condition of the small rivers within Borsky and Gorodetsky of the areas of the Nizhny Novgorod Region falling under potential impact of drains of Gorodetsky of a waste sorting complex. Researches included the laboratory analysis of the tests of water which are selected from the Sanda River and the Golubikha river located at distance from 2,3 to 1,7 km from a technogenic source of pollution. Tests selected in November, 2018 from four sites and analyzed on the basis of Ecology-analytical laboratory of monitoring and environment protection of the Mininsky university on the key organoleptic indicators of quality, basic parameters cationic and anionic structure and biochemical activity. It was established that waters of both rivers are characterized by low level of quality on organoleptic properties – high degree of chromaticity and turbidity, and the low level of transparency. The poor quality of water of the Sanda and Golubikha rivers was probable is caused by high content in waters of organic pollutants that indirectly is confirmed by considerable sizes of an indicator of the HPC determined by permanganate oxidability of water (from 37,7 to 55,0 mg O/l). At the same time waters contain rather high content of dissolved oxygen (from 12,9 to 28,0 O_2/l) that characterizes reservoirs by high ability to self-cleaning. By other criteria of an ecological condition of water of the rivers were characterized by rather satisfactory level at which certain indicators did not go beyond the established sanitary and ecological standards. On the basis of the conducted researches and also in connection with the strategic importance of the studied objects as reservoirs – carriers of potential pollutants from a waste sorting complex the importance of carrying out periodic observations of these reservoirs with extension of the list of controlled properties is emphasized.

Keywords: waste sorting complex, cards of warehousing of waste, small rivers, ecological condition of reservoirs

Хозяйственная деятельность человека априори влияет на природные экосистемы. Как правило, такое воздействие носит негативный характер, поскольку вмешательство человека в природные процессы чаще всего не согласуется с основными законами, правилами и принципами функционирования биосферы [1, 2].

Нарушение трансформации вещества и энергии отражается посредством изменения и перестройки наземных и водных экосистем. При этом вода и водные объекты являются наиболее значимыми характеристиками, которые определяют возможность жизнедеятельности живых организмов, а также участвуют в переносе различных

химических соединений, непосредственно участвуют в большом геологическом круговороте, оказывают влияние на климатические процессы и в некоторой мере обеспечивают устойчивость биоразнообразия.

В настоящее время необходимо уделять значительное внимание исследованиям региональных речных и озерных систем, имеющих как экологическое, так и водохозяйственное значение. Изучение экологического состояния пресноводных объектов является важной задачей при решении вопроса сохранения их природного, естественного состояния и возможного рационального использования [3, 4].

Реки выполняют важную функциональную роль для любого региона нашей страны. Несомненно, они имеют и местное (локальное) значение, но, с другой стороны, каждая река представляет собой часть общего водного бассейна макрорельефа [5, 6]. Рациональное использование водных ресурсов является одним из компонентов устойчивого развития [7].

Тем не менее в настоящее время проблема загрязнения рек и других естественных водоемов остается достаточно актуальной. Ряд заболеваний людей, проживающих в экологически неблагополучных регионах, вызван некачественным, антисанитарным состоянием воды [8, 9]. Основными источниками загрязнения водных объектов являются промышленные предприятия, осуществляющие сброс неочищенных стоков в природные воды [10, 11]. Сточные воды значительно снижают биосферные функции воды.

Также большую опасность для природных проточных гидрологических объектов представляют твердые коммунальные отходы, которые довольно часто можно наблюдать в подземных водах и дневных природных водных объектах [12, 13].

Полигоны твердых бытовых отходов, как резерват ТКО, концентрируют на ограниченной территории значительное количество вредных веществ, которые создаются в результате протекания многообразных химических, ферментативных и биохимических реакций. В результате этих процессов образуются биогазы, фильтраты, твердая масса, а также выделяется значительное количество тепла. Фильтрат, в свою очередь, является основным поставщиком токсичных веществ в поверхностные и подземные воды.

Фильтрат образуется в результате протекания процессов деполимеризации, сбраживания, гумификации органического вещества, сульфатредукции и других микробиологических и чисто химических процессов. В результате образуются токсичные сточные воды с высоким содержанием макро- и микрокомпонентов. Особенно опасны соединения тяжелых металлов (цинка, свинца, никеля, хрома, кадмия, меди и других). Основными органическими соединениями в фильтрате являются ароматические углеводороды, ациклические карбонильные соединения, карбоновые кислоты, жиры, высокомолекулярные соединения и многие другие. Наиболее опасны загрязнения органического происхождения, оцениваемые химической потребностью в кислороде (ХПК).

Вредные вещества, содержащиеся в выделяющемся с полигона биогазе, загрязняют атмосферный воздух, а образующаяся твердая масса формирует техногенные свалочные грунты. Следует отметить, что наибольшее негативное влияние полигоны, предназначенные для размещения ТБО, оказывают на поверхностные и подземные воды [14].

В России большинство полигонов не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к условиям складирования отходов, и представляют свалки, на которых отсутствует инженерная инфраструктура, обеспечивающая защиту объектов биосферы от загрязнений. На протяжении всего жизненного цикла полигон захоронения ТБО является источником экологической опасности для окружающей среды [15].

Воздействие полигона на объекты гидросферы обусловлено образующимися при деструкции ТБО фильтрационными водами, которые формируются в результате инфильтрации атмосферных осадков, отжимных вод, биохимических и химических процессов разложения отходов.

Воды речной системы Нижегородской области, и в частности, на территории Городецкого и Борского районов, а также подземная водоносная сеть грунтовых вод не являются в этом плане исключением. В данных условиях микрорельефа построен мусоросортировочный комплекс, который может оказывать весомое влияние на объекты исследования.

Цель исследования: оценка экологического состояния малых рек на территории Городецкого и Борского районов, находящихся в зоне потенциального воздействия мусоросортировочного комплекса (далее МСК) с межмуниципальным полигоном, расположенным на территории г. Городца Нижегородской области. Для достижения поставленной цели предполагалось решение следующих задач: 1) оценить органолептические показатели водных объектов в зоне возможного влияния Городецко-

го МСК; 2) оценить физико-химические и биохимические параметры водных объектов в зоне возможного влияния Городецкого МСК.

Материалы и методы исследования

С целью оценки экологического состояния водных экосистем в зоне возможного влияния Городецкого МСК было выбрано 4 участка, из них – 3 участка расположены на р. Санда и 1 участок – на р. Голубиха.

Река Санда является притоком р. Линды и протекает на территории г.о. г. Бор и Городецкого района. Длина реки составляет 49 км, а площадь водосборного бассейна – 262 км^2. Река Голубиха имеет протяженность 10 км и представляет собой приток р. Узолы, она расположена в 24 км по левому берегу р. Узолы. В водосборном бассейне р. Голубиха расположены карты складирования полигона захоронения ТКО. Таким образом, обе реки (Санда и Голубиха) приносят свои воды в р. Волгу через ее левые притоки – Линду и Узолу соответственно.

Участок № 1 находится на р. Санда вверх по течению реки, удаленность от полигона составляет 2,3 км, и 1 км от д. Чернолесская Пустынь. Участок № 2 находится в границе д. Чернолесская пустынь, при этом удаленность от полигона составляет 2,6 км. Участок № 3 также располагается на р. Санда вниз по течению реки (близ д. Борисово); удаленность от МСК составляет 3,4 км. Участок № 4 был выбран на р. Голубиха в районе д. Кипрево. Данный участок характеризуется самой малой удаленностью от территории полигона – 1,7 км.

МСК с межмуниципальным полигоном ТКО введен в эксплуатацию в 2013 г. Согласно проекту строительства и эксплуатации данного объекта, полигон включает в себя 4 мусороперегрузочных станции, 1 мусоросортировочный комплекс и карту складирования полигона захоронения ТБО. Мощность комплекса составляет не менее 100 тыс. т отходов в год, площадь территории под комплексом – 30 га. МСК обслуживает 7 районов Нижегородской области (рисунок).

Через год после начала эксплуатации МСК, в 2014 г. в условиях заполнения карты № 1 и осуществлении технического этапа ее рекультивации, было установлено отсутствие системы организованного сбора и отвода биогаза, что является нарушением концессионного соглашения о строительстве МСК на территории Городецкого района.

В марте 2017 г. инспекторами Волжско-Окского управления Ростехнадзора были установлены нарушения в сфере строительства данного объекта в части несоответствия выполняемых работ требованиям технических регламентов и проектной документации. Выявлено, что швы изоляционной геомембраны были выполнены при отрицательной температуре (ниже –15 °С) в условиях осадков, что не может в полной мере обеспечить необходимую изоляцию почвы, поверхностных и подземных вод от миграции в них продуктов разложения отходов, которые подлежат захоронению на полигоне. В связи с этим имеется экологический риск загрязнения близлежащих водных объектов, что, в свою очередь, определяет необходимость проведения их экологического мониторинга.

Пробы отбирали в период ноября 2018 г. и анализировали на базе Эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей среды Мининского университета. В пробах определяли содержание соединений азота (нитратов и катиона аммония) – по ГОСТ 4192-82 спектрофотометрическим методом; содержание хлоридов – аргентометрическим титрованием по ГОСТ 4245-72; содержание сульфатов – по ГОСТ 31940-2012 йодометрическим титрованием; содержание фосфатов – по ГОСТ 18309-2014 спектрофотометрическим методом [16].

Содержание растворенного кислорода определяли скляночным методом по Винклеру, ХПК – титриметрией по перманганатной окисляемости (ПНД Ф 14.1:2:4.154-99). Органолептические свойства воды определяли по ГОСТ Р 57164-2016, водородный показатель – потенциометрическим методом, общую минерализацию – кондуктометрией, общую жесткость – трилонометрией [16].

Картосхема расположения мусоросортировочного комплекса, его зоны обслуживания по Нижегородской области и базовые характеристики предприятия

Результаты исследования и их обсуждение

Данные табл. 1 отражают состояние водных объектов по общим и органолептическим свойствам исследованных малых рек. Установлено, что запах всех проб воды имел развитие при термической обработке, что явно свидетельствует о наличии коллоидных и в том числе органических веществ, сорбирующих ароматические примеси. При этом вода из р. Санда (участки № 1, 2) имела развитие запаха до 4 баллов при термической обработке, что является неблагополучным явлением, поскольку такая вода явно непригодна для хозяйственно-питьевых целей.

Также в данных пробах показатели цветности, мутности и прозрачности выходили за пределы установленных нормативов (20° по цветности, 1,5 мг/л по каолиновой мутности и 60 см столба Снеллена по прозрачности). Здесь вариабельность показателей составляла 12% по показателю прозрачности воды, 29% – по ее цветности и 39% – по мутности. Однако свойства вод со всех отобранных участков соответствовали водородному показателю (6,5–8,5), а также общей минерализации (1000 мг/л) и общей жесткости (7,0 мг-экв./л). Так, кислотность отобранных проб варьировала в слабокислом диапазоне и не более чем на 1%. По показателю наличия сухого остатка (общей минерализации) исследуемые воды относятся к ультрапресным водам (менее 200 мл/г), а его вариабельность – средняя, составляющая 13%. Общая жесткость была вполне согласована с минерализацией исследованных проб: вода оказалась мягкой (менее 3,5 мг-экв./л), а варьирование жесткости не превышало 20%.

По-видимому, в изученных водах достаточно велико содержание органических примесей, которые могут обуславливать повышенный уровень органолептических показателей. Подтверждением тому явилась явно завышенная перманганатная окисляемость воды (более 30 мг О/л), которая оказалась выше установленного норматива (5 мг О/л) в 7–11 раз в зависимости от места отбора пробы с варьированием в 16% (табл. 2).

Вместе с тем воды изученных рек характеризовались вполне приемлемым содержанием растворенного кислорода (более 4,0–6,0 мг/л по нормативу), что соответствует I классу чистоты водоема (категория очень чистых вод). В свою очередь, это свидетельствует о наличии высоких концентраций кислородсодержащих агентов, способных к окислению имеющихся органических компонентов в реках, что позволяет говорить о наличии способности природного водоема к самоочищению [17].

Следует отдельно отметить, что по насыщению растворенным кислородом воды р. Санда и Голубиха также соответствуют наивысшему классу чистоты для зимнего периода. Однако данный факт, скорее всего, обусловлен не отсутствием в водоеме органических примесей, но быстрым, бурным течением рек и, как следствие, активным насыщением кислородом воды из приводного слоя атмосферы. Данное явление вполне возможно в предзимний период при постоянных пониженных температурах воздуха [15].

Таблица 1

Вариабельность органолептических свойств и общих показателей качества воды малых рек исследуемой территории

Показатель	Значения по участкам отбора проб				M ± m	V,%
	1	2	3	4		
Органолептические и общие показатели качества						
Запах (при +20°С), балл	1 Земл.	3 Фенол.	1 Неопр.	0 –	–	–
Запах (при +60°С), балл	4 Земл.	4 Земл.	3 Щелоч.	2 Нефт.	–	–
Цветность (Cr-Co шкала), °	25	25	15	15	20 ± 3	29
Мутность (каолин), мг/л	2,9	2,1	1,0	2,0	2,0 ± 0,4	39
Прозрачность (Снеллен), см	37	42	49	41	42 ± 3	12
pH, ед. pH	6,6	6,7	6,6	6,8	6,7 ± 0,1	1
Минерализация общая, мг/л	110	140	144	152	137 ± 9	13
Жесткость общая, мг-экв./л	1,40	1,35	2,00	1,80	1,64 ± 0,16	19

Примечание: M ± m – среднее арифметическое ± ошибка среднего значения, V,% – коэффициент вариации; Земл. – землистый запах воды, Фенол. – фенольный (акварельный) запах воды, Неопр. – неопределяемый запах воды, Щелоч. – щелочной запах воды, Нефт. – нефтяной запах воды; ПДК (по основному тексту) – согласно ГН 2.1.5.1315-03, ГН 2.1.5.2280-07 и ГН 2.1.5.2307-07.

Таблица 2

Вариабельность катионно-анионного состава и биохимических показателей качества воды малых рек исследуемой территории

Показатель	Значения по участкам отбора проб				M ± m	V,%
	1	2	3	4		
Катионно-анионный состав						
Аммоний (по азоту)	0,36	0,54	0,72	0,36	0,50 ± 0,09	35
Нитраты (по NO_3^-)	8,0	2,4	5,0	1,8	4,3 ± 1,4	66
Полифосфаты (по PO_4^{3-})	1,15	0,63	0,65	0,68	0,78 ± 0,12	32
Хлориды (по Cl^-)	4,2	5,1	6,8	7,8	5,9 ± 0,8	27
Сульфаты (по SO_4^{2-})	80,2	77,8	42,0	76,4	69,1 ± 9,1	26
Биохимические свойства						
Растворенный O_2, мг/л	14,7	12,9	28,0	13,6	17,3 ± 3,6	41
$ХПК_{ПЕРМАНГ.}$, мг О/л	42,7	37,7	48,0	55,0	45,9 ± 3,7	16

Из всего катионно-анионного состава, определенного в пробах воды рек, наибольшей вариабельностью обладало содержание нитратного азота (более 60 %), которое не выходило за установленный норматив (45 мг/л).

Содержание аммонийной формы азота и полифосфатов в водах также было нормативно допустимым (от 0,24 до 0,48 от ПДК по аммонию и от 0,18 до 0,33 от ПДК по полифосфатам), которое варьировало соответственно на 35 % и на 32 %.

Содержание хлорид-аниона оказалось много меньше порогового значения (350 мг/л), что не превышало и 0,02 единиц от ПДК и 30 % по коэффициенту вариации. Чего нельзя сказать о концентрации сульфатов, которая в целом по рекам была достаточно заметной – от 42,0 мг/л (0,08 от ПДК) до 80,2 мг/л (0,16 от ПДК) в водах реки Санда. Наряду с концентрацией хлорид-аниона вариабельность содержания сульфатов в водах была средней и находилась в пределах 26–27 %.

Выводы

Проанализировав воды с трех участков р. Санда и одного участка р. Голубиха, имеющих потенциальное воздействие со стороны Городецкого мусоросортировочного комплекса (Городецкий район Нижегородской области), необходимо отметить неблагополучное их состояние по органолептическим свойствам. Низкое качество воды рек, вероятно, было обусловлено высоким содержанием в водах органических загрязнителей, что косвенно подтверждается значительными величинами показателя ХПК, определенного по перманганатной окисляемости воды (от 37,7 до 55,0 мг О/л).

По остальным критериям экологического состояния воды рек характеризовались относительно удовлетворительным уровнем. На основании проведенных исследований, а также в связи со стратегической значимостью исследованных объектов как водоемов – переносчиков потенциальных загрязняющих веществ от мусоросортировочного комплекса подчеркивается значимость проведения периодических наблюдений за данными водоемами с расширением перечня контролируемых свойств.

Список литературы

1. Онищенко Г.Г. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения // Гигиена и санитария. 2013. Т. 92. № 2. С. 4–10.

2. Слепчук К.А., Хмара Т.В. Использование модели качества вод для описания экологического состояния полузамкнутых водоемов (на примере Севастопольской бухты) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2016. № 4. С. 50–57.

3. Гаращук Д.Ю., Димиденок Ж.А. Мониторинг экологического состояния воды реки Ивановка Амурской области // Проблемы региональной экологии. 2017. № 5. С. 1.

4. Мажайский Ю.А., Гусева Т.М. Мониторинг тяжелых металлов в экосистеме малой реки Окского бассейна // Теоретическая и прикладная экология. 2017. № 2. С. 54–59.

5. Жукова Н.В., Берест Е.В., Начаркина О.В. Оценка экологического состояния поверхностных вод городского округа Саранск // Успехи современного естествознания. 2018. № 10. С. 7–11.

6. Шавшина А.В. Экологический мониторинг состояния вод Таганрогского залива для оценки комфортности жизни // Наука настоящего и будущего. 2018. Т. 1. С. 467–470.

7. Быкова О.Г. Комплексная оценка состояния водных экосистем Чановского региона // Гео-Сибирь. 2002. Т. 4. № 2. С. 149–152.

8. Белюченко И.С. Функционирование степных рек Краснодарского края и перспективы их развития // Экология речных ландшафтов: сборник статей по материалам I Международной научной экологической конференции. Краснодар: КубГАУ, 2017. С. 28–43.

9. Ткаченко Л.Н., Гладких А.В. Оценка экологического состояния водной экосистемы реки Афипс станицы Смоленской // Экология речных ландшафтов: сборник статей по материалам I Международной научной экологической конференции. Краснодар: КубГАУ, 2017. С. 251–254.

10. Игошкин В.В. Влияние полигона твердых бытовых отходов г. Оренбурга на качество подземных вод // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 16 (135). С. 148–150.

11. Куделина И.В., Леонтьева Т.В., Фатюнина М.В. Оценка экологического состояния почвенного покрова и подземных вод месторождения Весеннее // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (59). С. 173–175.

12. Озерский А.Ю., Ботвич Г.Ф. Экологический мониторинг состояния подземных вод на участке размещения твердых отходов производства алюминия ОАО «Русал Красноярск» // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2008. № 10 (10). С. 9–16.

13. Шарова О.А., Ушивцева Л.Ф. Экологический гидрогеологический мониторинг полигона твердых бытовых отходов // Астраханский вестник экологического образования. 2018. № 2 (44). С. 118–125.

14. Губанов Л.Н., Зверева А.Ю., Зверева В.И. Влияние полигонного депонирования твердых отходов на состояния подземных и поверхностных вод // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2011. № 1. С. 62–66.

15. Губанов Л.Н., Зверева В.И., Зверева А.Ю. Анализ воздействия полигонного депонирования твердых бытовых отходов на состояние подземных и поверхностных вод // Приволжский научный журнал. 2012. № 4 (24). С. 144–148.

16. Козлов А.В. Лабораторно-инструментальные методы исследований в экологии объектов окружающей среды: учебно-методическое пособие. Н. Новгород: НГПУ им. К. Минина, 2016. 89 с.

17. Кургаева А.В., Климентова Е.Г. Экологическая оценка состояния реки Свияга и реки Сызранка в пределах Ульяновской области по органолептическим и химическим показателям, а также методом биоиндикации // Актуальные проблемы современной экологии и экологического образования. Орехово-Зуево: Изд-во ГГТУ, 2015. С. 19.