

Е.А. ТИМОФЕЕВА, Е.И. КАРАВАНОВА
**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ МОСКВЫ-РЕКИ**
В РАЙОНЕ КУРЬЯНОВСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Тимофеева Елена Александровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры химии почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова; Российская Федерация, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12.

E-mail: helentimofeeva@rambler.ru

Караванова Елизавета Ильинична, доцент, кандидат биологических наук, доцент кафедры химии почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова; Российская Федерация, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12.

E-mail: karavanovaei@mail.ru

Жители городов потребляют воды на порядок и более больше, чем сельское население. Объем хозяйственно-бытовых стоков в реки городов за последние годы увеличился в несколько раз. Москва – крупный мегаполис, его нужды обслуживают несколько очистных сооружений, но основной объем сточных вод поступает в Москву-реку через Курьяновские очистные сооружения (КОС), этим и обусловлен выбор объекта нашего исследования. В статье дана оценка экологического состояния Москвы-реки в районе Курьяновских очистных сооружений по ряду показателей (рН, содержание основных макро- и микроэлементов, содержание фенолов и хлоридов). Сделаны выводы о возможности использования реки в данном районе для культурно-бытовых нужд, поскольку качество воды влияет на состояние здоровья городских жителей. КОС неоднозначно влияют на экологическое состояние Москвы-реки. В результате спуска очищенных сточных вод в реку содержание некоторых соединений снижается, что позволяет обеспечивать качество воды лучше, чем в Москве-реке по данным показателям, и можно говорить о благоприятном влиянии КОС на экологическую обстановку Москвы-реки вблизи от очистных сооружений. Содержание в Москве-реке ряда биогенных элементов и некоторых тяжелых металлов после КОС возрастает, но по ряду показателей наблюдаемые колебания сопоставимы с временным варьированием и не выходят за пределы ПДК для культурно-бытовых водоемов. Экологический мониторинг водных объектов – необходимая основа для управления качеством воды, поэтому рекомендуется продолжить дальнейшие наблюдения за качеством воды в районе КОС, что позволит своевременно спрогнозировать и выявить возможные негативные процессы изменения экологического состояния региона в целом.

Практическая польза: Недоочищенные сточные воды являются источниками экологической опасности для жителей городов, поскольку с недоочищенными сточными водами в реки поступает масса загрязняющих веществ. Использование Москвы-реки в рекреационных целях в районе КОС не представляет опасности для здоровья населения города, поскольку значения показателей не выходят за пределы нормативных значений для воды культурно-бытовых водоемов. Использование Москвы-реки в данном районе для рыбохозяйственных целей невозможно без дополнительной очистки до действующего уровня ПДК.

Ключевые слова: загрязнение вод; очистные сооружения; контроль качества вод

Цитирование: Тимофеева Е.А., Караванова Е.И. (2018) Оценка экологического состояния Москвы-реки в районе Курьяновских очистных сооружений // Городские исследования и практики. Т. 3. № 3. С. 99–110. DOI: <https://doi.org/10.17323/usp33201899-110>

Введение

Одной из важнейших проблем гигиены окружающей среды в Российской Федерации является соответствие воды водоемов требованиям действующего законодательства и санитарных норм и правил. Особое внимание к состоянию водных ресурсов в ряде работ [Голубовская, 1978; Государственный доклад..., 2010; Козлов и др., 2013; О состоянии окружающей..., 2003] обусловлено тем, что любые нарушения в их составе означают временное воздействие на прилегающие почвы, развитие флоры и фауны, здоровье людей, использующих водоем для культурно-бытовых нужд. В соответствии со СНИП 2.04.03-85, городские жители потребляют более чем в 3 раза больше воды по сравнению с сельскими. Москва-река одна из немногих рек мира, у которых объем хозяйственных стоков за последние десятилетия увеличился примерно в 2 раза [Коронкевич, Мельник, 2017]. Эта проблема особенно актуальна, поскольку очищенные сточные воды формируют около 50% общего расхода Москвы-реки [Заикина, Плиева, Назаров, 2016].

Москва — огромный мегаполис, все хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды, поступающие в городскую систему канализации города, проходят полный цикл очистки на Курьяновских, Люберецких, Южнобутовских и Зеленоградских очистных сооружениях, что должно исключать сброс неочищенных сточных вод в природные водоемы. Недоочищенные сточные воды являются источниками экологической опасности для жителей городов, поскольку с недоочищенными сточными водами в реки поступает масса загрязняющих веществ. Среднесуточное количество сточных вод от 13 млн человек составляет 4,5 млн м³. Основной объем сточных вод поступает в Москву-реку через Курьяновские (КОС) и Люберецкие (ЛОС) очистные сооружения. Поэтому для нашего обследования были выбраны Курьяновские очистные сооружения.

Курьяновские очистные сооружения (КОС) — комплекс сооружений для очистки городских сточных вод, расположенных на юго-востоке Москвы, в левобережной пойме Москвы-реки, в микрорайоне Курьяново района Печатники (рис. 1). Живописность прилегающего прибрежного ландшафта, близость историко-архитектурного ансамбля музея-заповедника «Коломенское» и древнего Николо-Перервинского монастыря обязывают к безукоризненно-

му содержанию производственной территории и сооружений [Там же].

КОС — старейшие сооружения в системе московской канализации, их начали строить еще до Великой Отечественной войны, но были введены в эксплуатацию первые сооружения только после 1947 г., тогда пропускная способность станции аэрации была около 250 тыс. м³ в сутки. Сегодня КОС, так же как и ЛОС, — один из самых мощных в Европе природоохранных комплексов с проектной производительностью 3,125 млн м³ в сутки.

На КОС направляются стоки северо-западного, западного, южного, юго-восточного районов Москвы (60% территории города) и ряда городов и населенных пунктов Подмосковья. Из поступающего объема почти две трети составляют хозяйственно-бытовые и треть — промышленные сточные воды.

С момента ввода в эксплуатацию КОС стали флагманом московской канализации. На основе изучения зарубежного опыта, внедрения результатов отечественных научных и практических исследований были найдены и реализованы оригинальные решения, наиболее соответствовавшие условиям Москвы и одновременно уникальные в мировом масштабе. Здесь внедрялись принципиально новые для российской канализации сооружения очистки воды: различные типы песколовков, крупногабаритные отстойники, фильтры доочистки, экспериментальные сооружения горизонтального типа, разные типы аэрационных систем [Там же]. На КОС сточные воды проходят механическую, аэробную биологическую очистку в аэротенках и отстойниках, осадки сточных вод перекачивают за несколько километров от Москвы, где они подвергаются механическому обезвоживанию на центрифугах (декантерах), а затем вывозятся на полигоны для рекультивации.

С момента ужесточения норм биологических показателей для сбрасываемых сточных вод все сточные воды, прошедшие полный цикл очистки на КОС, с 2012 г. подвергаются ультрафиолетовому обеззараживанию перед сбросом в Москву-реку. Таким образом, показатели биологической очистки воды КОС достигли нормативных значений по СанПиН 2.1.5.980-00, что благотворно сказалось на качестве воды Москвы-реки и санитарно-эпидемиологического состоянии акватории в целом.

С 2014 г. и по настоящий момент идет реконструкция всего комплекса КОС, создается система сбора и очистки газовых выбросов,



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Фото © Елена Тимофеева

Рис. 1. Курьяновские очистные сооружения (КОС)

которая позволит устранить неприятные запахи, ощущаемые время от времени жителями близлежащих районов. Для исключения выбросов с открытых поверхностей перекрыто большинство ранее открытых сооружений: подводящие каналы, песколовки, первичные отстойники, сооружения механической очистки воды и обработки осадка общей площадью свыше 80 тыс. м². При этом на «перекрытых» сооружениях устроена принудительная вытяжная вентиляция, предусматривающая подачу воздуха на сооружения и его очистку. В результате реконструкции планируется существенное снижение показателей содержания загрязняющих веществ в воздухе. В состав газовойоздушных выбросов КОС

входят метан, аммиак, меркаптаны и сероводород. Основными источниками запахов являются два последних газа. Они же способны оказывать негативное воздействие на состояние здоровья человека при длительном вдыхании — местное раздражающее и общетоксическое действие: вызывают головные боли, приступы тошноты, чувство беспокойства, повышают утомляемость [Авдосьева, Харламова, 2013]. По данным «Докладов о состоянии окружающей среды в Москве в 2014–2016 годах», максимально разовый норматив по сероводороду на Курьяновских очистных сооружениях превышался, хотя динамика распределения обращений по количеству жалоб на состояние атмосферного воздуха от жите-

лей ЮВАО, в том числе по причине запахов, исходящих от КОС, имеет тенденцию к снижению. Тем не менее КОС занимает второе место в списке промышленных объектов Москвы, на которые в 2016 г. поступило наибольшее количество жалоб жителей о загрязнении атмосферного воздуха.

Выпуск вод из КОС в Москву-реку расположен в черте города и является местом, где смешиваются два потока: речной воды и очищенных сточных вод в соотношении 2:1. Основное отличие очищенных сточных вод от речной воды состоит в повышенном содержании биогенных элементов, что отмечено в работах [Бондаренко, Старков, Андрианова, 2014; Крискунов и др., 2005; О состоянии окружающей..., 2003; Учеваткина, Базаева, Нефёдкин, 2006]: содержание аммонийного азота и азота нитритов до 2 раз выше, азота нитратов и фосфора фосфатов и общего — до 11 раз выше, а также повышением рН до единицы. Относительно высокое содержание данных ионов может привести к эвтрофикации («цветению») водоема и невозможности использования его ресурсов для коммунально-бытовых нужд [Lackner et al., 2014; Гусева и др., 2000; Нефёдкин и др., 2005; Петросян, Шувалова, 2017; Ревелль, Ревелль, 1995].

Амины, находящиеся в водоемах, вызывают торможение биохимических процессов, которые вызваны поглощением кислорода аэробными бактериями, что приводит к соответствующему уменьшению его количества и повышению биохимической потребности в кислороде (БПК). В результате этого процесса самоочищение в экосистеме не происходит, а образующиеся после окисления нитриты оказывают токсическое действие на гидробионты [Chen, Burke, Prepas, 2011; Петросян, Шувалова, 2017]. Азотосодержащие соединения (нитриты, нитраты, аммонийные соли), как показано в [Гусева и др., 2000], могут образовываться в воде в результате биохимической дегградации белковых веществ, дезаминирования аминокислот, а также вследствие разложения мочевины под воздействием ферментов. Присутствуют они в воде, как правило, в виде взвесей, коллоидов и растворенных молекул.

Анализ исследований Москвы-реки у КОС [О состоянии окружающей..., 2003] в период летней межени вод, которая является наиболее показательной из-за высокой температуры воды, позволяет сделать вывод, что концентрация азота и его соединений зна-

чительно увеличивается после прохождения очистных сооружений: содержание общего азота — в 8 раз, азота аммонийных солей — до 30 раз, азота нитратов — в 6 раз, азота нитритов — в 3 раза. В основном авторы [Там же] связывают это с большим количеством стоков, поступающих на КОС. Было решено, что для изменения ситуации нужно внедрить технические решения, позволяющие увеличить эффективность КОС [Нефёдкин и др., 2005].

Очистка сточных вод от биогенных элементов, прежде всего азота и фосфора, была и остается актуальной задачей, ей посвящено много работ [Бочкова, Ножевникова, 2015; Зубов и др., 2013; Каллистова и др., 2016; Козлов и др., 2013; Козлов, Кевбрина, Николаев, 2013; Никитина и др., 2015; Николаев и др., 2009; Николаев и др., 2015]. Основная масса азота, содержащегося в поступающей на очистку сточной воде, представлена аммонием. Для удаления аммония из сточных вод используются современные технологии удаления биогенных элементов, основанные на процессах нитри-денитрификации, изложенные в Справочнике по наилучшим доступным технологиям ИТС 10-2015. Для отдельных стоков, содержащих низкое количество органических веществ, например, фугат центрифуг для обезвоживания сброженного осадка, находит применение новая технология Анаммокс (anaerobic ammonia oxidation), которая заключается в том, что в присутствии особой группы бактерий осуществляется процесс анаэробного окисления аммония нитритом с образованием молекулярного азота. АО «Мосводоканал» совместно с ФИЦ Биотехнологии РАН разработал собственный вариант технологии, основанной на процессе Анаммокс, для очистки фугата обезвоживающих центрифуг. В настоящее время на ЛОС функционирует пилотная установка Анаммокс производительностью 20 м³/сут, с эффективностью удаления азота 80–90%. Эти данные соответствуют работам других исследователей [Fux et al., 2002; Henze et al., 2002], в которых показана эффективность удаления азота в данном процессе более 90%. Промышленное внедрение собственной технологии на основе процесса Анаммокс в АО «Мосводоканал» в ближайшее время будет осуществлено при реконструкции ЛОС для очистки фугата обезвоживающих центрифуг (производительность 18 тыс. м³/сут). Результаты мониторинга загрязнения подземных вод на территориях, находящихся под влиянием промышленных сбросов загряз-

няющих веществ КОС, отраженные в «Докладах о состоянии окружающей среды в Москве в 2015–2017 годах», показали, что основным техногенным показателем загрязнения подземных вод вблизи КОС является аммоний, превышение ПДК составило 10–15 раз. Для снижения общей нагрузки на Москву-реку по биогенным элементам (группе азота и фосфору) на КОС идет реконструкция очистных сооружений за счет внедрения наилучших доступных технологий (НДТ), в том числе Справочником по НДТ ИТС 10-2015, которые позволяют улучшить ситуацию в городской системе. Так, например, с 2014 г., после начала реконструкции Курьяновских очистных сооружений, среднегодовые концентрации иона аммония в Москве-реке снизились на 28%.

Загрязнение поверхностных и подземных вод обуславливает нарушение биологического разнообразия, снижение продуктивности и потребительских свойств водных экосистем. В результате обостряются проблемы хозяйственно-питьевого водоснабжения, сельскохозяйственного, промышленного, рыбохозяйственного и рекреационного водопользования. В результате поступления загрязняющих веществ наблюдаются существенные изменения физико-химических свойств воды, что приводит к возникновению новых форм биохимических режимов водоемов, ухудшению их потребительских свойств, в том числе изменению биопродуктивности [Безднина, 2005; Шурин и др., 2012].

Для оценки влияния очищенных сточных вод на популяции рыб Москвы-реки были проведены исследования. Полученные данные свидетельствуют о высокой численности рыб в районе выпуска биологически очищенных сточных вод КОС в связи в обилием в этом месте корма и особыми гидроэкологическими условиями [Крискунов и др., 2005; Пушкарь и др., 2006]. Изменение соотношения видов водных обитателей приводит к образованию неустойчивых экосистем, отличающихся от естественных. Так, например, отмечается появление у КОС рыб-гуппи.

Анализ литературы показал, что КОС влияют на экологическое состояние Москвы-реки: в результате спуска очищенных сточных вод в реку содержание взвешенных веществ и нефтепродуктов снижается, но содержание биогенных элементов и тяжелых металлов, как правило, возрастает [Воронина, 2013; Крискунов и др., 2005; Нефёдкин и др., 2005; О состо-

янии окружающей..., 2003; Пушкарь и др., 2006; Учеваткина, Базаева, Нефёдкин, 2006; Шурин и др., 2012]. Надежные данные экологического мониторинга — необходимая основа для управления качеством воды, поэтому необходимо проводить регулярные наблюдения за состоянием водных объектов, их количественными и качественными показателями для своевременного выявления и прогнозирования негативных процессов, влияющих на качество вод и состояние водных объектов, что и является целью нашего исследования.

Экспериментальная часть

Пробы воды были отобраны в трехкратной повторности два раза в октябре 2014 г.: на удалении 1 км до места сброса воды в Москву-реку из КОС, в створе места сброса и через 300 м после сброса воды в Москву-реку. Химический анализ вод был проведен с использованием следующих методов исследования: потенциометрический метод для определения значений pH на иономере И-500, argentометрический метод определения содержания хлорид-анионов, метод ICP-MS для определения концентраций основных макро- и микроэлементов на спектрометре Agilent 7500A, спектрофотометрический метод определения содержания водорастворимых фенольных соединений (метод Фолина-Чокальтеу, спектрофотометр Nach-Lange DR-2800) [Алексеев, 2004; Лурье, 1966; Резников, 1963]. Отбор точек приурочен к точкам мониторинга за состоянием КОС по данным «Докладов о состоянии окружающей среды в Москве».

Результаты проведенного исследования и их обсуждение

Результаты измерений представлены в *табл. 1*. Все показатели в водах, отобранных до, в створе и после сброса КОС очищенных сточных вод в Москву-реку соответствуют или ниже ПДК культурно-бытовых водоемов. ПДК рыбохозяйственных водоемов в основном строже, поэтому, как видно из *табл. 1*, значения содержания Mn, Sr и K в некоторых проанализированных водах немного превышает ПДК, а содержание Cu и Zn более чем в 3 раза превышает ПДК для рыбохозяйственных водоемов. Из этого следует, что вода Москвы-реки в районе КОС может быть использована для культурно-бытовых целей населения, рекре-

Таблица 1. Характеристика вод Москвы-реки в районе Курьяновских очистных сооружений (КОС)

Анализируемые показатели	ПДК рыб.-хоз. (Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20 и СанПиН 2.1.5.980-00)	ПДК культ.-быт. (ГН 2.1.5.2280-07 и СанПиН 2.1.5.980-00)	Место отбора пробы воды, дата отбора					
			До створа, среднее		Створ, среднее		После створа, среднее	
			12.10.2014	19.10.2014	12.10.2014	19.10.2014	12.10.2014	19.10.2014
рН	–	6,5–8,5	7,71	8,22	7,66	8,05	7,62	8,20
Хлориды Cl, мг/л	300	350	55,74	55,74	65,68	67,10	51,48	55,74
Марганец Mn, мг/л	0,01	0,1	0	0	0	0,016	0	0
Медь Cu, мг/л	0,001	1	0,005	0,006	0,004	0,008	0,003	0,029
Цинк Zn, мг/л	0,01	1	0,031	0,029	0,032	0,038	0,037	0,031
Свинец Pb, мг/л	0,006	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Хром общий Cr, мг/л	–	0,05	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001
Алюминий Al, мг/л	0,04	0,2	0,004	0	0	0	0	0
Никель Ni, мг/л	0,01	0,02	0,003	0,003	0,004	0,006	0,003	0,003
Кадмий Cd, мг/л	0,005	0,001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001
Кобальт Co, мг/л	0,01	0,1	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Фенольные соединения, мг/л	–	–	0,450	0,570	0,360	0,438	0,410	0,480
Стронций Sr, мг/л	0,4	–	0,472	0,463	0,599	0,540	0,496	0,505
Мышьяк As, мг/л	0,05	0,01	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
Кальций Ca, мг/л	180	–	64,23	75,26	70,56	90,94	58,02	85,46
Магний Mg, мг/л	40	50	19,57	13,83	22,02	6,96	22,33	7,71
Барий Ba, мг/л	0,74	–	0,074	0,061	0,056	0,052	0,052	0,057
Калий K, мг/л	10	–	4,92	4,19	11,17	9,83	6,82	6,61
Натрий Na, мг/л	120,0	200	22,72	22,89	45,86	36,96	29,68	28,86
Молибден Mo, мг/л	0,001	0,07	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Общая жесткость, °Ж	7	–	4,85	4,92	5,36	5,13	4,85	4,92

Примечание. Погрешность измерений составляет 15%.

ации и спорта, а использование водоема для рыбохозяйственных целей и водоснабжения населения в данном районе не может быть осуществлено без дополнительной очистки до действующего норматива.

Из табл. 1 также видно, что ряд показателей — рН, общая жесткость, Cl⁻, Zn, Ni, Sr, Ca, K, Na — имеют тенденцию к увеличению в точках, отобранных в створе сброса очищенных сточных вод в Москву-реку, и далее снижается в водах, отобранных ниже по течению; минимум содержания большинства компонентов наблюдается в воде, отобранной до места сброса очищенных сточных вод в реку. Подобные данные согласуются с полученными ранее [Воронина, 2013; Крикунов и др., 2005; Нефёдкин и др., 2005; О состоянии окружающей..., 2003; Пушкарь и др., 2006; Учеваткина, Базаева, Нефёдкин, 2006; Шурин и др., 2012]. Возможно, так происходит из-за того, что вода, сбрасываемая из КОС, оказывается очищенной не до того уровня содержания компонента, который наблюдается в Москве-реке. Особенно это касается ионов Cl⁻, K⁺ и Na⁺, содержание которых возрастает до 1,5–2 раз в месте сброса воды в реку. Возможно, данный факт наблюдается из-за высокого содержания поваренной соли в исходной воде, поступившей на КОС. Кроме того, как отмечено в [Нефёдкин и др., 2005], КОС может не справляться с большим количеством поступающих стоков, что приводит к ухудшению работы очистного оборудования. Очистные сооружения прежде всего направлены на очистку сточных вод от биогенных элементов и не предназначены для удаления металлов, хлоридов, сульфатов. Следует отметить, что сточную воду можно очистить от солей с помощью обратного осмоса, но стоимость данной технологии приведет к увеличению размера коммунальных платежей жителей города, поэтому эколого-экономическая целесообразность методов очистки, основанная на принципах НДТ, не предполагает очистку сточных вод от этих загрязнителей.

Содержание водорастворимых фенольных соединений во всех пробах вне зависимости от времени и места отбора находится на уровне, соответствующем природным водам [Запрометов, 1974]. Поступление очищенных сточных вод в Москву-реку из КОС оказывает разбавляющий эффект на содержание фенольных соединений, концентрация этих компонентов снижается в водах, отобран-

ных ниже по течению реки. Это согласуется с сообщением «Мосводоканала», в котором отмечается, что сегодня в Москве городские сточные воды проходят полный цикл биологической очистки. Это позволяет обеспечивать качество воды, которое по ряду показателей лучше, чем в Москве-реке.

Содержание Cu, Cr, Ba также снижается при поступлении очищенных сточных вод в Москву-реку из КОС. Возможно, это происходит из-за химического осаждения этих элементов при поступлении данных очищенных сточных вод, отличающихся по составу от вод Москвы-реки.

Содержание Pb остается неизменно низким во всех пробах вне зависимости от времени и места отбора. Возможно, из-за достаточной удаленности КОС от крупных автомагистралей.

При сравнении проб воды, отобранных с временной разницей в неделю, оказалось, что для ряда показателей — содержание фенольных соединений, Cl⁻, Mn, Cu, Zn, Ni, Ca — более высокое содержание отмечено для даты 19.10.2014, чем в пробах, отобранных неделей раньше. Предположительно это связано с природным варьированием показателей, которое сопоставимо с влиянием КОС.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что КОС в целом несущественно влияют на экологическое состояние Москвы-реки, а наблюдаемые колебания сопоставимы с временным варьированием показателей анализируемых признаков.

Выводы

1. Вода из Москвы-реки в районе КОС пригодна для культурно-бытовых целей населения, рекреации и спорта; при необходимости использования водоема для рыбохозяйственных целей и водоснабжения населения вода в данном районе не может быть использована без дополнительной очистки до действующего уровня ПДК.

2. Ряд показателей (рН, общая жесткость, содержание фенольных соединений, Cl⁻, Zn, Ni, Sr, Ca, K, Na, As) имеют тенденцию к увеличению (до 2 раз) в точках, отобранных в створе сброса очищенных сточных вод в Москву-реку, и далее снижается в водах, отобранных ниже по течению. Вместе с тем эти концентрации незначительно превышают рамки выявленных временных колебаний состава вод,

поэтому для окончательного ответа о причинах наблюдаемых повышений необходимы дальнейшие наблюдения.

3. Для содержания ряда элементов (Cu, Cr, Ba) и содержания фенольных соединений поступление очищенных сточных вод в Москву-реку из КОС оказывает разбавляющий эффект, концентрация этих компонентов снижается ниже по течению реки. Причина может заключаться в том, что городские сточные воды проходят полный цикл очистки, что позволяет обеспечивать качество воды, которое по ряду показателей лучше, чем в Москве-реке.

4. КОС оказывают в целом несущественное влияние на экологическое состояние Москвы-реки, а наблюдаемые колебания сопоставимы с временным варьированием показаний анализируемых признаков.

Заключение

По результатам анализа существующих исследований и наших экспериментальных данных можно сделать вывод, что КОС неоднозначно влияют на экологическое состояние Москвы-реки. В результате спуска очищенных сточных вод в реку содержание некоторых соединений снижается (взвешенные вещества, нефтепродукты, фенольные соединения, Cr, Ba), что позволяет обеспечивать качество воды лучше, чем в Москве-реке, по данным показателям и можно говорить о благоприятном влиянии КОС на экологическую обстановку Москвы-реки вблизи КОС. Содержание в Москве-реке ряда биогенных элементов (азот, фосфор, кальций, калий), некоторых тяжелых металлов (Zn, Ni, Sr, Co), а также хлорид-ионов и натрия после КОС возрастает, но по ряду показателей наблюдаемые колебания сопоставимы с временным варьированием анализируемых признаков и не выходят за пределы ПДК культурно-бытовых водоемов. Поэтому использование Москвы-реки в рекреационных целях не представляет опасности для здоровья населения

Источники

Авдосьева М.В., Харламова М.Д. (2013) Способы сокращения и нейтрализации газо-воздушных выбросов городских бытовых сточных вод объектов Курьяновских очистных сооружений (Москва) // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. № 12 (1). С. 66–71. Алексеев Л.С. (2004) Контроль качества воды. М.: ИНФРА-М.

города. Использование Москвы-реки в данном районе для рыбохозяйственных целей невозможно без дополнительной очистки до действующего уровня ПДК. Полученные данные согласуются с результатами, приведенными в «Докладе о состоянии окружающей среды в Москве в 2016 году», где по результатам режимных наблюдений класс качества московской воды варьировался от «условно чистая» до «слабо загрязненная» в районе КОС. В качестве норматива при расчете также использовались предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03). Там же отмечено, что КОС решают задачу достижения качества очистки сточных вод, соответствующего санитарно-гигиеническим нормативам для водных объектов культурно-бытового назначения в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.5.980-00 «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод» и Гигиеническими нормативами ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования», проводя масштабную реконструкцию.

Можно рассчитывать, что после окончания реконструкции КОС экологическая обстановка в районе очистных сооружений сохранит тенденцию к улучшению, поэтому рекомендуется продолжить дальнейшие наблюдения. Экологический мониторинг водных объектов — необходимая основа для управления качеством воды, поэтому надо проводить регулярные наблюдения за их состоянием, количественными и качественными показателями. Это позволит своевременно спрогнозировать и выявить возможные негативные процессы изменения экологического состояния региона в целом.

Безднина С.Я. (2005) Экологические основы водопользования. М.: ВНИИА.

Бондаренко Е.А., Старков В.А., Андрианова М.Ю. (2014) Обнаружение загрязнений Мушинского ручья сточными водами методом флуориметрии // Строительство уникальных зданий и сооружений. № 9 (24). С. 26–38.

- Бочкова Е.А., Ножевникова А.Н. (2015) Формирование биоплёнок анаэробных бактерий при культивировании в анаэробном проточном биореакторе // Биотехнология: состояние и перспективы развития (2015): материалы VIII Моск. междунар. конгр. / РХТУ имени Д.И. Менделеева. М.: ЗАО «Экспо-биохим-технологии». С. 360–361.
- Воронина Е.О. (2013) Экологическое состояние водных объектов Москвы // Научный вестник МГГУ. № 12 (45). С. 17–21.
- Голубовская Э.К. (1978) Биологические основы очистки воды. М.: Высшая школа.
- Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2009 году». (2010) М.: НИИ-Природа.
- Гусева Т.В. и др. (2000) Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справоч. материалы. М.: РХТУ имени Д.И. Менделеева.
- Заикина И.В., Плиева Т.Х., Назаров А.А. (2016) Влияние природно-техногенного комплекса Курьяновских очистных сооружений на окружающую среду города Москвы // Инновационные технологии в науке и образовании. № 2 (6). С. 326–328.
- Запретов М.Н. (1974) Основы биохимии фенольных соединений. М.: Высшая школа.
- Зубов М.Г. и др. (2013) Биотехнология очистки сточных вод с иммобилизацией активного ила и удалением азота // Водоснабжение и санитарная техника. № 8. С. 72–75.
- Каллистова А.Ю. и др. (2016) Роль анаэробных бактерий в очистке сточных вод от соединений азота // Микробиология. Т. 85. № 2. С. 126–144.
- Козлов М.Н. и др. (2013) Липидный состав активного ила пилотной установки анаэробного окисления аммония // Прикладная биохимия и микробиология. Т. 49. № 5. С. 481.
- Козлов М.Н., Кевбрина М.В., Николаев Ю.А. (2014) Применение биотехнологии в очистке сточных вод города Москвы: материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Биотехнология и качество жизни». С. 408–409.
- Коронкевич Н.И., Мельник К.С. (2017) Изменение стока реки Москвы в результате антропогенных воздействий // Водные ресурсы. Т. 44. № 1. С. 3–14.
- Кривенко В.Г., Виноградов В.Г., Мирутенко М.В. (2004) Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия России // Аграрная Россия. № 4. С. 3–11.
- Крискунов Е.А. и др. Оценка состояния ихтиофауны реки Москвы в зоне влияния станции аэрации // Вода и экология. Проблема и решения. 2005. № 2 (23). С. 42–52.
- Лурье Ю.Ю. (1966) Химический анализ производственных сточных вод. М.: Химия.
- Нефёдкин С.И. и др. (2005) Анализ загрязнения аммонийным азотом р. Москвы в пределах Московско-го региона и мероприятия по снижению влияния азотосодержащих соединений на водный объект // Экология и промышленность России. № 5. С. 49–54.
- Никитина А.А. и др. (2015) Интенсификация микробного разложения органической фракции бытовых отходов: лабораторные и полевые эксперименты // Прикладная биохимия и микробиология. Т. 51. № 4. С. 377.
- Николаев Ю.А. и др. (2009) Культивирование активного ила, осуществляющего бескислородное окисление аммония сливных вод // Вода: химия и экология. № 12. С. 10–15.
- Николаев Ю.А. и др. (2015) *Candidatus "Jettenia moscovienalis"* sp. nov. – новый вид бактерий, осуществляющих анаэробное окисление аммония // Микробиология. Т. 84. № 2. С. 236–240.
- О состоянии окружающей природной среды Москвы в 2002 году. (2003) Государственный доклад / под ред. А.Г. Ишакова, В.К. Катушенока. М.: РБОО «Общественная экология».
- Петросян В.С., Шувалова Е.А. (2017) Химия и токсикология окружающей среды. М.: ООО «Буки Веди».
- Пушкарь В.Я. и др. (2006) Биотестирование биологически очищенных сточных вод // Экология и промышленность России. № 4. С. 29–31.
- Ревелль П., Ревелль Ч. (1995) Среда нашего обитания: в 4-х кн. Кн. 2. Загрязнения воды и воздуха / пер. с англ. М.: Мир.
- Резников А.А. (1963) Методы анализа природных вод. Изд. 2-е. М.: Госгеолтехиздат.
- Учеваткина Н.В., Базаева М.Г., Нефёдкин С.И. (2006) Определение критических нагрузок на реку Москву // Экология промышленного производства. № 3. С. 24–27.
- Щурин К.В. и др. (2012) Экологический аспект влияния автотранспортного комплекса на региональные водные ресурсы // Экология и промышленность России. № 12. С. 45–47.
- Chen H., Burke J., Prepas E. (2011) Cyanobacterial Toxins in Fresh Waters. Invited chapter // Encyclopedia of Environmental Health / J.O. Nriagu (ed.). Vol. 1. Elsevier. P. 860–871.
- Fux C. et al. (2002) Biological Treatment of Ammonium-rich Wastewater by Partial Nitritation and Subsequent Anaerobic Ammonium Oxidation (Anammox) in a Pilot Plant // Journal of Biotechnology. Vol. 99. Iss. 3. P. 295–306.
- Henze M. et al. (2002) Wastewater Treatment: Biological and Chemical Processes. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag. 3rd ed.
- Lackner S. et al. (2014) Full-scale Partial Nitritation/Anammox Experiences – An Application Survey // Water Research. Vol. 55. P. 292–303.

ELENA TIMOFEEVA, ELIZAVETA KARAVANOVA

THE EVALUATION OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE MOSCOW RIVER

NEAR THE KURYANOVO WATER TREATMENT FACILITIES

Elena A. Timofeeva, PhD, Senior Lecturer of the Soil Chemistry Department, The Faculty of Soil Science, Lomonosov Moscow State University; 1 bldg. 12 Leninskiye Gory, Moscow, 119991, Russian Federation, tel.: +7 (909) 686-40-96, +7 (495) 939-22-33

E-mail: helentimofeeva@rambler.ru

Elizaveta I. Karavanova, PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Soil Chemistry Department, The Faculty of Soil Science, Lomonosov Moscow State University; 1 bldg. 12 Leninskiye Gory, Moscow, 119991, Russian Federation, tel.: +7 (495) 939-36-76

E-mail: karavanovaei@mail.ru

Abstract

Water consumption by urban residents is higher than in rural areas by an order of magnitude or more. The volume of domestic sewage discharged into the rivers of cities has increased by several times in recent years. Moscow is a large metropolis with several wastewater treatment plants, but the main volume of wastewater enters the Moscow River through the Kuryanovo sewage treatment plant (KSTP), the surrounding area of which is the object of our study. The ecological state of the Moscow River near KSTP was assessed for pH, concentrations of macro- and micronutrients, phenols and chlorides. The possibility of using the river in this area for recreation was investigated, since water quality affects the health of urban residents. KSTP has an ambiguous impact on the ecological state of the Moscow River. As a result of the discharge of treated wastewater, the content of some compounds decreases. Suggesting KSTP has a beneficial effect on the ecology of the Moscow river. The content of some nutrients and heavy metals in the Moscow River after KSTP increases, but for a number of indicators the observed fluctuations are comparable with natural variation and do not go beyond the normative values for cultural and domestic reservoirs. Environmental monitoring of water bodies is necessary for managing water quality, therefore it is recommended to continue the monitoring of water quality near KSTP, which will predict and identify possible negative changes in the ecological state of the region as a whole.

Takeaway for practice: Untreated wastewater is a hazard for urban residents, since a lot of pollutants enter the rivers with raw sewage. The use of the Moscow River for recreational purposes in the vicinity of KSTP does not pose a threat to the health of population, since the values of the indicators do not go beyond normative values for water in cultural and domestic reservoirs. The use of the Moscow River in this area for fishing is impossible without additional treatment.

Key words: water pollution; water treatment facilities; water quality control

Citation: Timofeeva E., Karavanova E. (2018) The Evaluation of the Ecological State of the Moscow River Near the Kuryanovo Water Treatment Facilities. *Urban Studies and Practices*, vol. 3, no 3, pp. 99–110 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.17323/usp33201899-110>

References

- Alekseev L.S. (2004) Kontrol' kachestva vody [Water quality control]. Moscow: INFRA-M. (in Russian)
- Avdosieva M.V., Kharlamova M.D. (2013) Sposoby sokrashcheniya i nejtralizacii gazo-vozdushnyh vybrosov gorodskih bytovyh stochnyh vod ob'ektov Kur'yanovskih ochestnyh sooruzhenij (Moskva) [Ways to reduce and neutralize gas-air emissions of municipal wastewater from the facilities of the Kuryanovsky treatment facilities (Moscow)]. *Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk [Actual problems of the humanities and natural sciences]*, no 12 (1), pp. 66–71. (in Russian)
- Bezdina S.Ya. (2005) Ekologicheskie osnovy vodopol'zovaniya [Ecological basics of water use]. Moscow: VNIIA, 2005. (in Russian)
- Bochkova EA, Nozhevnikova A.N. (2015) Formirovanie bioplyonok anammoks-bakterij pri kul'tivirovanii v anaerobnom protochnom bioreaktore [The formation of biofilms of anammox bacteria during cultivation in an anaerobic flow bioreactor]. *Biotehnologiya: sostoyanie i perspektivy razvitiya: materialy VIII Moskovskogo Mezhdunarodnogo Kongressa [Biotechnology: State and Development Prospects Materials of the VIII Moscow International Congress]* / RCTU named after D.I. Mendeleev, pp. 360–361. (in Russian)
- Bondarenko E.A., Starkov V.A., Andrianova M.Yu. (2014) Obnaruzhenie zagryaznenij Murinskogo ruch'ya stochnymi vodami metodom fluorimetrii [Fluorimetry detection of pollution by wastewater in the Murinsky stream]. *Stroitel'stvo unikal'nyh zdaniy i sooruzhenij [Construction of unique buildings and structures]*, no 9 (24), pp. 26–38. (in Russian)
- Chen H., Burke J., Prepas E. (2011) Cyanobacterial Toxins in Fresh Waters. Invited chapter. *Encyclopedia of Environmental Health* / J.O. Nriagu (ed.). Elsevier, vol. 1, pp. 860–871.
- Fux C. et al. (2002) Biological Treatment of Ammonium-rich Wastewater by Partial Nitritation and Subsequent Anaerobic Ammonium Oxidation (Anammox) in a Pilot Plant. *Journal of Biotechnology*, vol. 99, iss. 3, pp. 295–306.
- Golubovskaya E.K. (1978) Biologicheskie osnovy ochestki vody [Biological Principles of Water Treatment] / Moscow: Higher School. (in Russian)
- Gosudarstvennyj doklad "O sostoyanii i ispol'zovanii vodnyh resursov Rossijskoj Federacii v 2009 godu" (2010) [On the state and use of water resources of the Russian Federation in 2009. State Report]. Moscow: NIA-Priroda. (in Russian)
- Guseva T.V. et al. (2000) Hidrohimicheskie pokazateli sostoyaniya okruzhayushchej sredy [Hydrochemical indicators of the state of the environment]. *Spravochnye materialy [References]*. Moscow: RCTU named after D.I. Mendeleev. (in Russian)
- Henze M. et al. (2002) Wastewater Treatment: Biological and Chemical Processes. Springer-Verlag: Berlin; Heidelberg. 3rd ed.
- Kallistova A.Yu. et al. (2016) Rol' anammoks-bakterij v ochestke stochnyh vod ot soedinenij azota [The role of anammox bacteria in wastewater treatment from nitrogen compounds]. *Mikrobiologiya [Microbiology]*, vol. 85, no 2, pp. 126–144. (in Russian)
- Kozlov M.N. et al. (2013) Lipidnyj sostav aktivnogo ila pilotnoj ustanovki anaerobnogo okisleniya ammoniya [Lipid composition of activated sludge in a pilot plant for ammonium anaerobic oxidation]. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya [Applied Biochemistry and Microbiology]*, vol. 49, no 5, p. 481. (in Russian)
- Kozlov M.N., Kevbrina M.V., Nikolaev Yu.A. (2014) Primenenie biotekhnologii v ochestke stochnyh vod goroda Moskvy [The use of biotechnology in wastewater treatment in Moscow]. *International Scientific-practical Conference "Biotechnology and Quality of Life". Conference materials*, pp. 408–409. (in Russian)
- Koronkevich N.I., Melnik K.S. (2017) Change in the flow of the Moscow river as a result of anthropogenic impacts. *Water resources*, vol. 44, no 1, pp. 3–14.
- Kriskunov E.A. et al. (2005) Ocenka sostoyaniya ihtiofauny reki Moskvy v zone vliyaniya stanciya aeracii [Assessment of the ichthyofauna of the Moscow River in the area of the aeration station]. *Voda i ekologiya. Problema i resheniya [Water and Ecology. Problem and solutions]*, no 2 (23), pp. 42–52. (in Russian)
- Krivenko V.G., Vinogradov V.G., Mirutenko M.V. (2004) Aktual'nye problemy sohraneniya bioraznoobraziya Rossii [Actual problems of biodiversity conservation in Russia]. *Agrarnaya Rossiya [Agrarian Russia]*, no 4, pp. 3–11. (in Russian)
- Lackner S. et al. (2014) Full-scale Partial Nitritation/anammox Experiences – An application survey. *Water Research*, vol. 55, pp. 292–303.
- Lurie Yu.Yu. (1966) Himicheskij analiz proizvodstvennyh stochnyh vod [Chemical analysis of industrial wastewater]. Moscow: Chemistry. (in Russian)
- Nefyodkin S.I. et al. (2005) Analiz zagryazneniya ammonijnym azotom r. Moskvy v predelakh Moskovskogo regiona i meropriyatiya po snizheniyu vliyaniya azotosoderzhashchih soedinenij na vodnyj ob'ekt [Analysis of pollution with ammonia nitrogen Moscow river within the Moscow region and measures to reduce the effect of nitrogen-containing compounds on a water body]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii [Ecology and Industry of Russia]*, no 5, pp. 49–54. (in Russian)
- Nikitina A.A. et al. (2015) Intensifikaciya mikrobnogo razlozheniya organicheskoy frakcii bytovyh othodov:

- laboratornye i polevye eksperimenty [The microbial decomposition intensification of the organic fraction of household waste: laboratory and field experiments]. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya [Applied Biochemistry and Microbiology]*, vol. 51, no 4, pp. 377. (in Russian)
- Nikolaev Yu.A. et al. (2009) Kul'tivirovanie aktivnogo ilya, osushchestvlyayushchego beskislородное окисление аммония в сточных водах [The cultivation of activated sludge, carrying out oxygen-free oxidation of ammonia in drain water]. *Voda: himiya i ekologiya [Water: chemistry and ecology]*, no 12, pp. 10–15. (in Russian)
- Nikolaev Yu.A. et al. (2015) Candidatus "Jettenia moscovienalis" sp. nov. – novyj vid bakterij, osushchestvlyayushchih anaerobное окисление аммония [Candidatus "Jettenia moscovienalis" sp. nov. – A new type of bacteria that carry out anaerobic oxidation of ammonium]. *Mikrobiologiya [Microbiology]*, vol. 84, no 2, pp. 236–240. (in Russian)
- O sostoyanii okruzhayushchej prirodnoj sredy Moskvy v 2002 godu. (2003) Gosudarstvennyj doklad [On the state of the environment of Moscow in 2002. State Report] / A.G. Ishakova, V.K. Katushenok. Moscow: RBOO "Public Ecology". (in Russian)
- Petrosyan V.S., Shuvalova E.A. (2017) Himiya i toksikologiya okruzhayushchej sredy [Chemistry and toxicology of the environment]. Moscow: Buki Vedi LLC. (in Russian)
- Pushkar V.Ya. et al. (2006) Biotestirovanie biologicheskichishchennyh stochnyh vod [Biotesting of biologically treated wastewater]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii [Ecology and Industry of Russia]*, no 4, pp. 29–31. (in Russian)
- Rewell P., Revel C. (1995) Sreda nashego obitaniya [The environment of our habitation]: In 4 books. Prince 2. Water and air pollution / transl. from English. Moscow: Mir. (in Russian)
- Voronina E.O. (2013) Ekologicheskoe sostoyanie vodnyh ob'ektov Moskvy [Ecological condition of water bodies in Moscow]. *Nauchnyj vestnik MGGU [Scientific Bulletin of Moscow State University for the Humanities]*, no 12 (45), pp. 17–21 (in Russian)
- Zaikina I.V., Plieva T.Kh., Nazarov A.A. (2016) Vliyanie prirodno-tekhnogenogo kompleksa Kur'yanovskih oчитnyh sooruzhenij na okruzhayushchuyu sredu goroda Moskvy [The natural-technogenic complex influence of the Kuryanovsky treatment facilities on the environment in Moscow city]. *Innovacionnye tekhnologii v nauke i obrazovanii [Innovative technologies in science and education]*, no 2 (6), pp. 326–328. (in Russian)
- Zaprometov M.N. (1974) Osnovy biokhimii fenol'nyh soedinenij [Biochemistry fundamentals of phenolic compounds]. Moscow: Higher school. (in Russian)
- Zubov M.G. et al. (2013) Biotekhnologiya oчитki stochnyh vod s immobilizaciej aktivnogo ilya i udaleniem azota [Biotechnology of wastewater treatment with immobilization of activated sludge and nitrogen removal]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika [Water supply and sanitary equipment]*, no 8, pp. 72–75. (in Russian)