

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2025, Том 12, № 2 / 2025, Vol. 12, Iss. 2 <https://resources.today/issue-2-2025.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/05NZOR225.pdf>

DOI: 10.15862/05NZOR225 (<https://doi.org/10.15862/05NZOR225>)

1.6.21. Геоэкология (геолого-минералогические, географические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Фонова, С. И. Проблемы экологической безопасности искусственно созданного водоёма в зонах сброса сточных вод / С. И. Фонова, А. В. Эпиташвили, Р. А. Лучников, Т. А. Татаринская, В. М. Митина, А. С. Мелихова // Отходы и ресурсы. — 2025. — Т. 12. — № 2. — URL: <https://resources.today/PDF/05NZOR225.pdf>.
DOI: 10.15862/05NZOR225.

For citation:

Fonova S.I., Epitashvili A.V., Luchnikov R.A., Tatarinskaya T.A., Mitina V.M., Melikhova A.S. Problems of environmental safety of an artificially created reservoir in wastewater discharge zones. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*. 2025;12(2): 05NZOR225. Available at: <https://resources.today/PDF/05NZOR225.pdf>.
DOI: 10.15862/05NZOR225. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 504.064:556

Фонова Светлана Ивановна

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Россия
Доцент

Кандидат географических наук

E-mail: Sveta.27@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7047-2300>

Эпиташвили Алина Вадимовна

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Россия
Ассистент

E-mail: a.epit@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4029-1916>

Лучников Роман Алексеевич

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Россия

E-mail: luchnicov.roman1@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8254-816X>

Татаринская Татьяна Алексеевна

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Россия

E-mail: tatarinskaytatiana@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0723-8101>

Митина Виктория Максимовна

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Россия

E-mail: Vika.mitina.2020@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7421-3584>

Мелихова Анна Сергеевна

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Россия

E-mail: Melihova.Anna.SUZ-202@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6995-8164>

Проблемы экологической безопасности искусственно созданного водоёма в зонах сброса сточных вод

Аннотация. В данной статье авторами представлены результаты исследований проблем загрязнения водохранилища сточными водами различного происхождения. В ходе исследований были определены зоны с непрерывным и временным воздействием сточных вод на водохранилище. Основной задачей исследования являлось изучение источников загрязнения поверхностной сточной воды водохранилища в зонах сброса, а также исследование зон распространения загрязняющих веществ. Методы исследования: полевые, статистические, аналитические. Воронежское водохранилище является уникальным рукотворным объектом середины прошлого века. Его создание изменило облик города Воронеж, климат и повлияло на промышленное развитие. Водоём расположен в границах города, разделяя его на две части. Его интеграция в жизнедеятельность агломерации, повлияла на экологическую обстановку, ухудшив её показатели. Это отразилось на качестве поверхностных вод и донных отложениях. Одной из основных причин такого ухудшения стало использование водохранилища в качестве приёмника поверхностных сточных вод, сбрасываемых с правого и левого берегов города. Поверхностные воды, стекают с улиц и дорог до ливневой канализации, смывая на своем пути нефтепродукты, тяжелые металлы, растворяя реагенты и другие загрязняющие вещества. Таким образом, в стоках накапливаются высокие концентрации загрязнителей, проходя через каналы ливневой канализации, без очистки сбрасывается напрямую в водохранилище. Так же в водоём непрерывно поступают очищенные сточные воды хозяйственно-бытовой канализации и промышленных предприятий левого берега. Впервые построены карты пространственного распространения загрязняющих веществ в зоне влияния сточных вод, разработанные на примере Воронежского водохранилища.

Ключевые слова: экологическая безопасность; Воронежское водохранилище; антропогенная нагрузка; загрязняющие вещества; исследование поверхностных стоков воды

Введение

Обеспечение экологической безопасности является приоритетным направлением для крупных и малых населенных пунктов, основная задача заключается в сохранение природной среды для будущих поколений. В рамках мероприятий, обеспечивающих экологическую безопасность, особое внимание уделяется изучению источников загрязнения, их пространственное распространение, что в последующем позволяет выполнить эффективную разработку методов и способов устранения и предотвращения негативных последствий. В данном материале объектом исследования рассматривается Воронежское водохранилище; предметом — неорганизованные поверхностные стоки воды, промышленные и хозяйственно-бытовые очищенные сточные воды, сбрасываемые в районе очистных сооружений.

Неорганизованные поверхностные стоки воды и очищенные сточные воды в Воронежское водохранилище являются основным источником поступления загрязняющих веществ в водоём. Несмотря на предварительную обработку использованной воды, промышленные сбросы и очищенные сточные воды хозяйственно-бытовых стоков содержат в своем составе множество химических соединений, которые существенно снижают качество вод Воронежского водохранилища, отравляют биоту и растительную фауну водохранилища. Такая же ситуация складывается с неорганизованными поверхностными сточными водами, которые без очистки поступают в водоём. Наиболее загрязненные участки водохранилища наблюдаются

непосредственно в зонах сброса, при удалении от которых степень концентрации загрязняющих веществ уменьшается за счет процесса смешения воды.

Исследование выполнялось в летний период 2024 года. Для анализа зон исследований использовались разные методы: аналитические, лабораторные, статистические.

Краткая справка о Воронежском водохранилище

Водоём образован в результате затопления пойменных территорий реки Воронеж в 1972 году. Его площадь составляет 59,9 км², объём 0,1993 км³ [1]. Гидротехническое сооружение (рис. 1), расположенное в южной части города, регулирует сброс воды, предотвращая резкие сезонные изменения объёма водохранилища. Его создание повлияло на климат города, сделав более влажным, решило проблемы с обеспечением производств технической водой. На питьевое водоснабжение города водоём не влияет, оно осуществляется из артезианских скважин. Водохранилище выступает в роли приёмника промышленных и бытовых очищенных сточных вод, а также поверхностных дождевых и талых вод.



Рисунок 1. Гидротехническое сооружение, регулирующее объём водохранилища (фото авторов)

Исследование поверхностных вод

Исследование выполнялось в летний период 2024 года.

Для лабораторных исследований отбирались пробы поверхностной воды водохранилища в зонах сброса (рис. 2). Поверхностная вода отбиралась в пластиковые ёмкости объёмом 5 литров. Химический анализ образцов выполнялся в аккредитованной лаборатории. Исследовались следующие показатели: нефтепродукты, взвешенные вещества, медь, цинк, хлориды, свинец, фосфаты, азот аммонийный, нитрит ион, хлориды, железо. При этом химические соединения не исследовались и не учитывались при анализе загрязнения водохранилища. По результатам исследований проведена статистическая и аналитическая обработка результатов.

Основные результаты исследований

В результате исследований, было выявлено семь зон сброса сточной воды различного происхождения (рис. 2).



Рисунок 2. Карта сброса загрязненных сточных вод в Воронежское водохранилище (составлено авторами на основе электронной карты города Воронежа)

Источником зоны сброса № 1 являются очищенные сточные воды промышленного предприятия Воронежсинтезкаучук (рис. 3).

Завод оснащен достаточно современным комплексом очистных сооружений, однако превышение взвешенных веществ, меди, цинка, нефтепродуктов, хлоридов, так же зафиксировано в месте сброса сточных вод.

Это связано с тем, что после очистки промышленных сточных вод, она сбрасывается в водохранилище по открытому каналу, проходящему вдоль автомобильных дорог. Во время осадков, поверхностные стоки с автодорог попадают в него, ухудшая качество сбрасываемой воды.

В результате выявлено превышение нефтепродуктов, хлоридов от 5 до 9 ПДК, цинка, меди, свинца от 2 до 10 ПДК.



Рисунок 3. Зона № 1, территория промышленного предприятия (составлено авторами на основе Яндекс Карт)

Источником зоны сброса № 2 являются очищенные сточные воды городских очистных сооружений (рис. 4), расположенных на левом берегу Воронежского водохранилища. В результате химического анализа поверхностных вод в зоне сброса очищенных сточных вод, выявлены превышения предельно допустимых концентраций от 5 до 15 ПДК по азоту аммонийному, взвешенным веществам, нитрит ион, фосфатам, хлоридам, нефтепродуктам, цинку, меди, железу. Одной из причин является большой физический износ оборудования, которое эксплуатируется комплексом сооружений. В результате возникают аварии, и как следствие, изменения технологических схем очистки, что приводит к повышенным концентрациям загрязнителей в сточных водах и, как следствие, к загрязнению водохранилища.

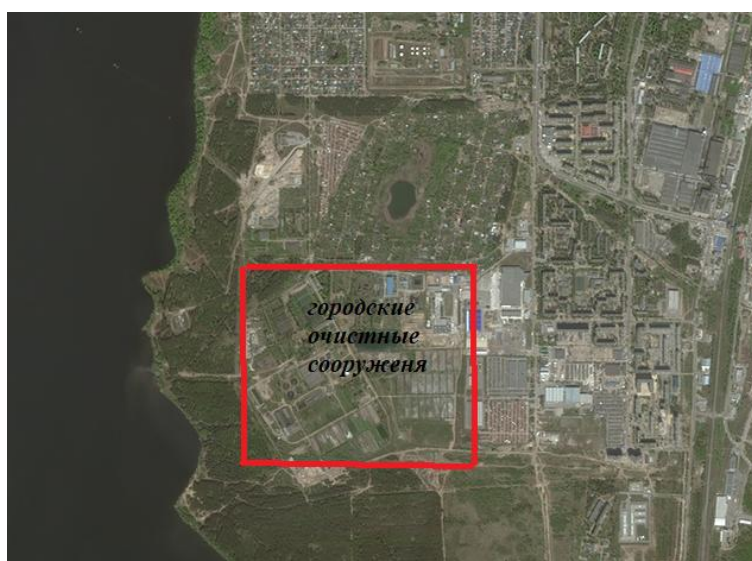


Рисунок 4. Зона № 2, городские очистные сооружения (составлено авторами на основе Яндекс Карт)

Источником зоны сброса № 3 являются неорганизованные поверхностные стоки воды с территории малоэтажной застройки, расположенные на крутом склоне правого берега города (рис. 5). Для защиты склонов от разрушения дождевой водой по улицам обустроены лотки, которые направляют дождевую воду в Воронежское водохранилище. Однако лотки стали открытой канализационной системой хозяйственно-бытовых стоков сбрасываемых домовладельцами. По результатам химического исследования поверхностных вод водохранилища в зоне сброса загрязненной воды, зафиксированы значительные превышения ПАВ, нефтепродуктов, цинка,

нитратов, хлоридов до 10 ПДК. В отличие от других исследуемых зон сброса, наблюдалось присутствие специфического канализационного запаха, что объясняло результаты химических исследований.



Рисунок 5. Зона № 3, территория частной застройки, характеризующаяся несанкционированными сбросами хозяйственно-бытовых сточных вод в Воронежское водохранилище (составлено авторами на основе Яндекс Карт)

Источником зоны сброса № 4 являются поверхностные стоки воды со склонов правобережной части города Воронеж в районе Адмиралтейской площади (рис. 6), сбрасываемые по каналам ливневой канализации, в водохранилище. По результатам химического исследования поверхностных вод водохранилища, так же отмечены превышения ПАВ, нефтепродуктов, цинка, нитратов, хлоридов до 10 ПДК.



Рисунок 6. Зона № 4, территория Адмиралтейской площади города Воронеж и частной застройки (составлено авторами на основе Яндекс Карт)

Источником зоны сброса № 5 и № 6 аналогично № 4 являются поверхностные стоки воды, которые собираются со склонов правобережной части города Воронеж в районе Чернавского моста (рис. 7, 8). Результаты химических исследований аналогичны результатам, полученным в зоне сброса № 4.



Рисунок 7. Зона № 5, территория частной застройки районе Чернавского моста города Воронеж (составлено авторами на основе Яндекс Карт)



Рисунок 8. Зона № 6, территория частной застройки в районе Чернавского моста города Воронеж (составлено авторами на основе Яндекс Карт)

Источником зоны сброса № 7 являются поверхностные стоки воды жилой многоэтажной застройки и парка «Динамо», расположенные на правом берегу города (рис. 9). Анализ химических исследований показал превышения ПАВ, нефтепродуктов, цинка, нитратов, хлоридов от 2 до 10 ПДК.

Объёмы сброса в зонах № 1 и № 2 самые крупные относительно остальных мест исследования. В зоне № 2 процесс поступления очищенной сточной воды в водохранилище непрерывный, так как все хозяйственно-бытовые сточные воды и малых промышленных предприятий левобережной части города, поступают на очистку городских очистных сооружений.



Рисунок 9. Зона № 7, территория многоэтажной застройки и парковой зоны в районе Северного моста города Воронеж (составлено авторами на основе Яндекс Карт)

В результате анализа показателей качества очищенных сточных вод городских очистных сооружений, выявлена закономерность изменений концентраций загрязнителей с ограничением работы отдельных технических элементов очистных сооружений. Повышения концентраций загрязняющих веществ фиксируются в периоды ремонтов, реконструкций и аварийных отключений.

Для улучшения работы технических элементов очистных сооружений необходимо разрабатывать мероприятиями капитального ремонта и реконструкции отдельных элементов сооружений очистки. Так как уровень повышенных концентраций загрязняющих веществ обуславливается значительным физическим износом отдельных элементов.¹ По анализу графика выполнения работ по реконструкции и периодами превышения концентраций загрязнителей сточных вод определена взаимосвязь [2–9].

Для создания геоэкологического подхода, нацеленного на снижение воздействия сточных вод на водоёмы, был проведён анализ функционирования очистных сооружений и оборудования. По итогам исследования и анализа работы станций выяснилось, что сооружения на разных этапах очистки имеют разную степень износа. Часть оборудования и конструкций подлежит замене и реконструкции. Выявлены недостатки первичной очистки сточных вод на сооружениях механической очистки, которые заключаются в том, что сточная вода, проходя обработку на решетках, очищается от мусора в недостаточной степени.

Решетки не задерживают средний и мелкий мусор. Таким образом, нагрузка на сооружения первичных отстойников возрастает, в результате эффективность их работы снижается, время технологического процесса очистки увеличивается. Для решения данной проблемы была разработана полезная модель фильтра тонкой очистки (патент РФ № 227664), который способен выполнить доочистку сточных вод на этапе механической очистки. Фильтр устанавливается после механических решеток и способен очищать сточные воды от мелкого мусора, нефтепродуктов, взвешенных веществ, тем самым предупреждая возникновения аварийных ситуаций на первичных отстойниках, связанных с попаданием мелкого в илососы. Фильтр работает автоматически, и способен самоочищаться, по этой причине не требуется его изъятие из лотка и прерывание работы для очистки [10].

¹ Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2013 г. / Департамент природных ресурсов и экологии Воронежской области. — Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2014. — 192 с.

Выводы

По итогам исследований поверхностных вод Воронежского водохранилища на предмет выявления загрязнителей, поступающих со стоками разного происхождения, были определены несколько зон сброса, из которых зоны № 1 и № 2 признаны наиболее объёмными, опасными и загрязнёнными. Так как сточная вода проступает с крупного промышленного предприятия (№ 1) и с городских очистных сооружений левого берега (№ 2). В результате анализа работы очистных сооружений, были определены технические особенности и недостатки в технологических схемах очистки, обусловленные отсутствием дополнительного оборудования на разных этапах обработки сточных вод. Для уменьшения влияния на водоёмы очистных сооружений и уменьшения негативного влияния на окружающую среду, разработан фильтр. При разработке учтены все требования, предъявляемые к качеству очистки сточных вод. Данная разработка позволит эффективнее проводить водоподготовку на этапе механической очистки, сократить аварийность на первичных отстойниках, связанную с поступлением мелкого мусора, и повысить качество механической очистки в целом.

Зоны сброса № 3–7 по объёмам меньше, однако сточная вода не проходит ни какой очистки и сбрасывается напрямую в водоём. Поверхностные воды собираются с больших площадей, которые представлены зонами жилой застройки. Сброс происходит по ливневым лоткам ведущим в водоём. При этом вода смывает тяжёлые металлы, которые оседают на улицах с выхлопными газами автомобилей; нефтепродукты, источником, которых так же являются автомобили. Таким образом, выявленные зоны значительно загрязнены. Контакт с водой для человека не желателен. Загрязняющие вещества, в частности: тяжёлые металлы, нефтепродукты накапливаются в донных отложениях. Из-за этого процесса отравление почвы, растений и рыбы происходит постоянно. Для сокращения поступления загрязняющих веществ лучшим решением было бы направить данные стоки в городскую систему канализации, ведущую на очистные сооружения. Однако, рельеф не позволяет выполнить данные мероприятия, так как потребуются дополнительное строительство канализационных насосных станций для подъёма собранной воды и её транспортировки, что приведет к значительным финансовым затратам. Устройство локальных очистных сооружений в зонах сброса, могло бы решить проблему загрязнения, однако на сегодняшний день данное мероприятие не рассматривается, так как требует значительных финансовых вложений и решения административно-хозяйственных вопросов по управлению данными объектами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сейдалиев, Г.С. Экологический менеджмент территории Воронежского водохранилища: посвящается году экологии / Г.С. Сейдалиев, И.И. Косинова, Т.В. Соколова, К.Ю. Силкин. — Воронеж: Издательство Истоки, 2017. — 186 с. — EDN: EMWGHL.
2. Залата, А.Е. Экологический мониторинг геосистемы внутригородского водохранилища (на примере Воронежского водохранилища) / А.Е. Залата // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы: V Международная научно-практическая конференция, Севастополь, 13–15 сентября 2017 года. — Севастополь: Научная книга, 2017. — С. 388–392. — EDN: ZMICEX.
3. Авакян, А.Б. Оценка рекреационного потенциала водохранилища в проектной практике / А.Б. Авакян, В.Б. Бойченко, В.П. Салтанкин // Гидротехническое строительство. — 1986. — № 7. — С. 30–32.

4. Бочаров, В.Л. Эколого-геохимическая структура зоны интенсивного водообмена района Воронежского водохранилища и связанные с ней геологические опасности / В.Л. Бочаров, Л.Н. Строгонова // Геологическая среда, минерагенические и сейсмоструктурные процессы: материалы 18-й Международной научно-практической конференции, Воронеж, 24–29 сентября 2012 года. — Воронеж, 2012. — С. 68–70.
5. Штанг, А.А. Особенности взаимодействия процессов "донные отложения — вода — донные отложения" / А.А. Штанг, Т.А. Кондюрина // Гидротехническое строительство: материалы Региональной научно-технической конференции, Новочеркасск, 15 мая 2009 года. — Новочеркасск: Лик, 2009. — С. 29–32. — EDN: SHXQJV.
6. Валяльщикова, А.А. Эколого-гидрохимические особенности Белоярского водохранилища / А.А. Валяльщикова, И.И. Косинова // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы: материалы 2-й международной научно-практической конференции, Воронеж, 4–6 октября 2011 года. — Воронеж, 2011. — С. 20–24.
7. Григорьев, А.И. Техногенное преобразование подземных вод в районе Воронежского водохранилища / А.И. Григорьев, А.В. Коробкин, И.И. Косинова // Экологические и правовые аспекты эксплуатации водохранилищ: материалы 1-й международной научно-практической конференции, 26-28 февраля 2003 года. — 2003. — С. 199–207.
8. Фонова, С.И. Исследование сточных вод, прошедших очистку на городской станции очистки сточных вод / С.И. Фонова, А.В. Эпиташивили, Е.Э. Бурак // Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации: материалы XVII Общероссийской научно-практической конференции и выставки. — 2022. — С. 150–152.
9. Фонова, С.И. Работа станций очистки сточных вод в пределах городской застройки, влияние на экологию / С.И. Фонова, А.В. Эпиташивили, Р.А. Лучников // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: материалы IX международной научно-практической конференции. — 2022. — С. 449–451.
10. Патент № 227664 Российская Федерация. Фильтр тонкой механической очистки: пат. 227664 Рос. Федерация: МПК E03F 5/14, C02F 1/00, B01D 33/00 / А.В. Эпиташивили, С.И. Фонова, О.О. Эпиташивили, А.В. Нечепуренко; заявл. 21.05.2024. — 2 с.

Fonova Svetlana Ivanovna

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia
E-mail: Sveta.27@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7047-2300>

Epitashvili Alina Vadimovna

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia
E-mail: a.epit@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4029-1916>

Luchnikov Roman Alekseevich

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia
E-mail: luchnicov.roman1@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8254-816X>

Tatarinskaya Tatiana Alekseevna

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia
E-mail: tatarinskaytatiana@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0723-8101>

Mitina Victoria Maksimovna

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia
E-mail: Vika.mitina.2020@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7421-3584>

Melikhova Anna Sergeevna

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia
E-mail: Melihova.Anna.SUZ-202@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6995-8164>

Problems of environmental safety of an artificially created reservoir in wastewater discharge zones

Abstract. Problems of environmental safety of an artificially created reservoir in wastewater discharge zones. In this article, the authors present the results of research on the problems of pollution of the reservoir with wastewater of various origins. During the research, zones with continuous and temporary effects of wastewater on the reservoir were identified. The main objective of the study was to study the sources of pollution of the surface wastewater of the reservoir in the discharge zones, as well as the study of the zones of distribution of pollutants. Research methods: field, statistical, analytical. The Voronezh reservoir is a unique man-made object from the middle of the last century. Its creation changed the appearance of the city of Voronezh, the climate and influenced industrial development. The reservoir is located within the boundaries of the city, dividing it into two parts. Its integration into the life of the agglomeration has affected the environmental situation, worsening its performance. This has affected the quality of surface waters and bottom sediments. One of the main reasons for this deterioration was the use of the reservoir as a receiver of surface wastewater discharged from the right and left banks of the city. Surface water flows from streets and roads to storm sewers, washing away petroleum products, heavy metals, dissolving reagents and other pollutants on its way. Thus, high concentrations of pollutants accumulate in the wastewater, passing through storm sewer channels, and is discharged directly into the reservoir without treatment. The reservoir also continuously receives purified wastewater from domestic sewage systems and industrial enterprises on the left bank. For the first time, maps of the spatial distribution of pollutants in the wastewater impact zone have been developed using the example of the Voronezh reservoir.

Keywords: environmental safety; Voronezh reservoir; anthropogenic load; pollutants; study of surface water runoff