

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

2024, Том 11, № 4 / 2024, Vol. 11, Iss. 4 <https://resources.today/issue-4-2024.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/02NZOR424.pdf>

DOI: 10.15862/02NZOR424 (<https://doi.org/10.15862/02NZOR424>)

1.6.21. Геоэкология (географические науки)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Фонова, С. И. Сингулярность процесса эозагрязнений водных объектов / С. И. Фонова, А. В. Эпиташвили // Отходы и ресурсы. — 2024. — Т. 11. — № 4. — URL: <https://resources.today/PDF/02NZOR424.pdf>  
DOI: 10.15862/02NZOR424

**For citation:**

Fonova S.I., Epitashvili A.V. The singularity of the process of pollution of water bodies. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*. 2024;11(4): 02NZOR424. Available at: <https://resources.today/PDF/02NZOR424.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15862/02NZOR424

**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>

## Сингулярность процесса эозагрязнений водных объектов

**Аннотация.** Стремительно меняющийся Мир, жадно осваивает новые направления науки и техники, внедряя свои достижения в обиход обычного человека, не остаётся незамеченным природой, которая покорно принимает удары цивилизации. Так получилось, что антропогенное влияние на окружающую среду, обрело непрерывный характер. В результате отдельные единицы экосистем утрачивают свои свойства, переставая быть безопасными для человека, обретают новые характеристики. Одной из актуальных проблем всего человечества, возникшей в период активного индустриального развития и урбанизации новых территорий, стало загрязнение водотоков сточными водами, как промышленными, так и хозяйственно-бытовыми. Однако, до настоящего времени нет решений, глобально влияющих на сложившуюся экогидроситуацию. Основной целью исследований было локально определить и проанализировать источники непрерывного поступления загрязнителей различного характера в водотоки Воронежской области. Для этого использовались аналитические методы, лабораторные исследования, метод интегрального анализа полученных данных и др. В результате определены основные источники, загрязняющие водоёмы, определены критические зоны их влияния, построена картосхема зон сброса очищенных сточных вод Воронежской области. Современные проблемы геоэкологии возникающие на фоне развития и расширения зон антропогенного влияния, требуют разработку новых и эффективных методов и подходов контроля, новых способов устранения негативных последствий адаптированных к современным условия жизни, а так же разработку технических и административных решений направленных на реабилитацию окружающей среды.

**Ключевые слова:** экозагрязнения; водоёмы; сточные воды; окружающая среда; гидроэкодиагностика

## Введение

В пространстве агломераций интегрировано множество источников негативного влияния на окружающую среду. Опасными источниками являются крупные заводы, работа которых сопровождается твердыми, жидкими и газообразными отходами, а также сооружения коммунального хозяйства, задача которых заключается в очистке и обработке отходов, в том числе сточных вод. В данной статье предлагается рассмотреть актуальные мероприятия, необходимые для контроля и диагностики зон влияния длительно существующих станций очистки сточных вод, и применение нового термина объединяющего мероприятия разных научных направлений.

Воронежская область насчитывает тридцать один муниципальный район в том числе девятнадцать населенных пунктов с численностью населения свыше десяти тысяч человек.<sup>1</sup> В каждом населенном пункте предусмотрены очистные сооружения, предназначенные для очистки хозяйственно-бытовых стоков. Их проектирование и строительство велось в 60–70 годы прошлого столетия. При проектировании не учитывались многие современные химические соединения, которые сегодня попадают со сточными водами на очистку, большой процент износа очистных сооружений — все эти факторы в своей совокупности отражаются на состоянии окружающей среды. Но в большей степени страдают водоёмы, которые являются приёмниками сточных вод после очистки. С каждым годом появляются новые методы очистки, однако, их внедрение не всегда возможно в силу административных, финансовых и прочих причин. Таким образом, сооружения выполняют свою основную функцию — очищают сточные воды, но качество их работы, в силу возникающих проблем с водоёмами, требует отдельного внимания и изучения. Основной проблемой становится регулярность сброса очищенных сточных вод. Данный процесс непрерывный, а следовательно, накопление загрязняющих веществ затрудняют, а в отдельных случаях, исключают процессы самовосстановления водоёмов [1–3].<sup>2</sup> Для решения данной проблемы требуется разработка комплекса мероприятий, направленных на решение экологических проблем связанных с загрязнением водоёмов.

## Объекты и методы исследования

Объектом исследования принято состояние водоёмов-приёмников и очищенных сточных вод, сбрасываемых длительно-существующими городскими очистными сооружениями.

Предметом исследования приняты научно-методические подходы в области обеспечения экологической безопасности в зоне влияния длительно-существующих городских очистных сооружений.

В работе применялись как традиционные методы исследований:

- а) анализ научной литературы (для изучения методов и научного подхода к решению вопросов загрязнения поверхностных вод и донных отложений водоёмов-приёмников);

<sup>1</sup> Реестр населенных пунктов | ОКТМО (ОК 033-2013). [www.oktmo.ru](http://www.oktmo.ru). Дата обращения: 1 марта 2019. Архивировано 2 марта 2019 года.

Численность постоянного населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2024 года.

<sup>2</sup> Глазунова, И.В., Маркин, В.Н., Соколова, С.А., Раткович, Л.Д. Рациональное водопользование / И.В. Глазунова, В.Н. Маркин, С.А. Соколова, Л.Д. Раткович — учебное пособие. — Курск: ЗАО «Университетская книга», 2022 — 136 с.

- б) картографический (для построения картосхемы зон сброса очищенных сточных вод Воронежской области).

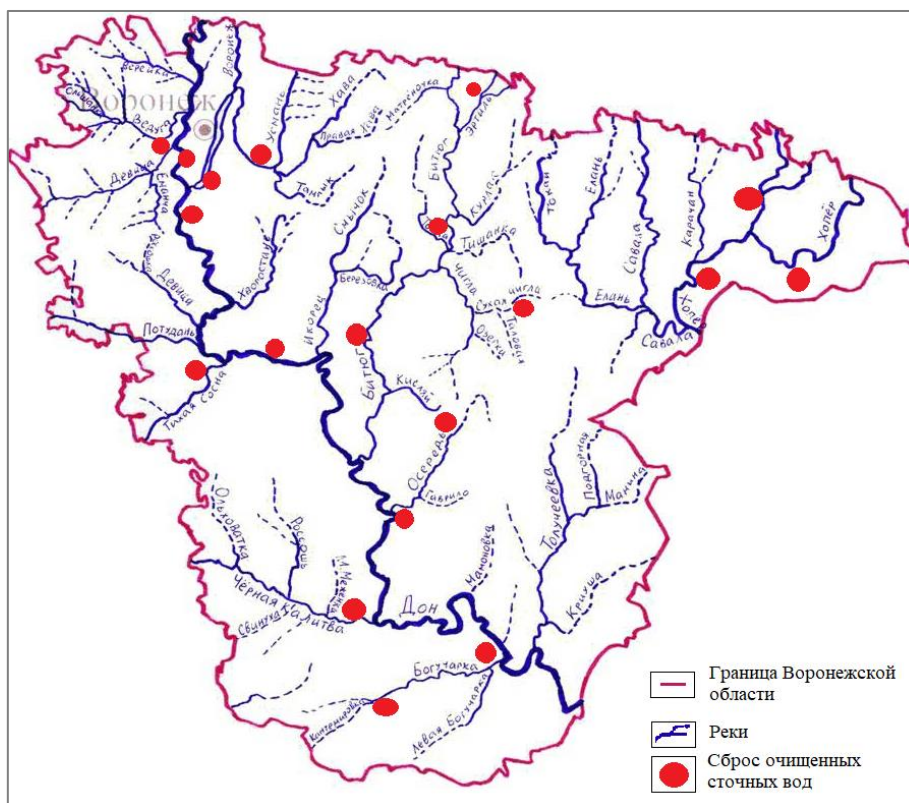
Так и современные методы исследований:

- а) геохимические (для выполнения химического анализа поверхностных вод и донных отложений);  
б) статистические (для обработки полученных результатов исследований);  
в) аэрометоды (использовался квадрокоптер для поиска мест сброса сточных вод в труднодоступных местах, и для визуальной оценки территории исследования).

### Результаты и их обсуждение

В рамках научной работы был проеден анализ территории Воронежской области, определены места сброса очищенных сточных в пределах территории области. При этом учитывались крупные населенные пункты с численностью населения более десяти тысяч человек. К ним относятся: город Воронеж, город Россошь, город Борисоглебск, город Лиски, город Новая Усмань, город Острогожск, город Нововоронеж, город Семилуки, город Бутурлиновка, город Павловск, город Бобров, город Калач, город Поворино, поселок городского типа Анна, поселок городского типа Грибановский, город Богучар, районное поселение Таловая, поселок городского типа Кантемировка, город Эртиль. Период исследований включает 2020–2024 гг.

По результатам мониторинга мест расположения длительно-существующих очистных сооружений составлена картосхема Воронежской области, на которой обозначены места сброса очищенных сточных вод в водоёмы (рис. 1).



**Рисунок 1.** Картосхема зон сброса очищенных сточных вод Воронежской области, для населенных пунктов с численностью населения более 10 тыс. чел. (составлено авторами)

Как показал анализ полученных данных, сто процентов очищенных сточных вод Воронежской области попадают в реку Дон напрямую или с её притоками. Из них на территории области с шестнадцати городских очистных сооружений стоки поступают в реку Дон, и с трёх в реку Хопёр. Степень загрязненности водотоков уменьшается по мере удаления от места сброса. Это происходит за счёт процесса смешения поверхностных вод с очищенными сточными водами. Образцы для химического анализа поверхностных вод водоёмов-приёмников отбирались в трех точках, а именно в местах сброса сточных вод, до сброса и после сброса на удалении 250 и 500 метров.

Следует отметить, что на первый взгляд очищенная сточная вода кажется чистой, однако, химический анализ говорит об обратном. Так, зафиксировано превышение от 2 до 15 ПДК по многим показателям качества поверхностных вод, например, нефтепродукты, азот аммонийный, цинк, железо, медь, фосфаты, взвешенные вещества, нитриты, нитраты [4–9].

Параллельно изучался состав донных отложений, который показывает накопление тяжелых металлов. Пробы отбирались в тех же точках, что и поверхностные воды. В результате исследований выявлены значительные концентрации тяжелых металлов в местах сброса сточных вод, а по мере удаления от мест сброса очищенных сточных вод концентрации уменьшались.

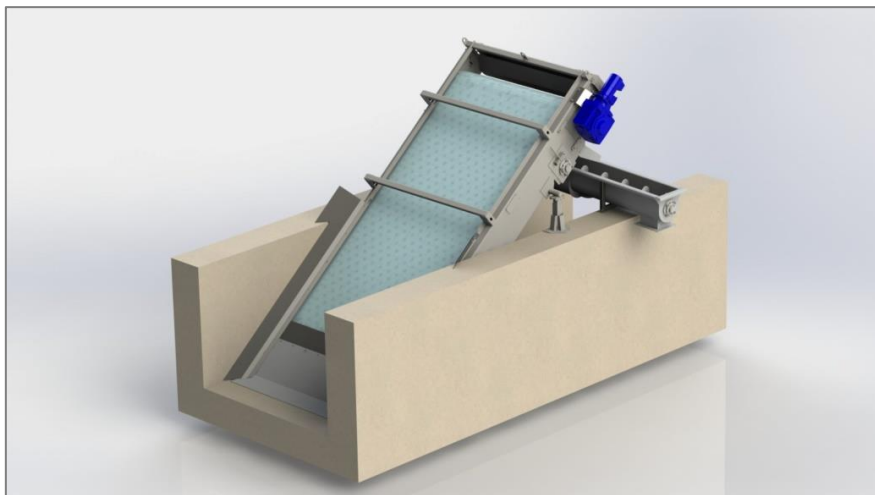
Оценка эколого-геохимического состояния донных отложений выполнена на основе критериев оценки техногенного воздействия на донные отложения, с использованием суммарного показателя загрязнений, рассчитанного для донных осадков. В результате оценки антропогенного воздействия на водные объекты в зоне сброса сточных вод для Воронежского водохранилища суммарный показатель составил 165,34; для реки Песчаный лог — 54,76, для реки Дон — 40,6; для реки Воронеж — 47,51.

Для оценки загрязнения водных систем применялась методика Ю.Е. Саета [10]. Согласно шкале оценки загрязнения водных систем Воронежское водохранилище по уровню загрязнения относится к категории очень сильный, т. е. характеризуется постоянным присутствием многих элементов в концентрациях выше ПДК; р. Песчаный лог, р. Дон и р. Воронеж имеют сильный уровень загрязнения, который характеризуется превышениями концентраций загрязняющих веществ во много раз выше фона, а так же стабильными превышениями отдельных элементов.

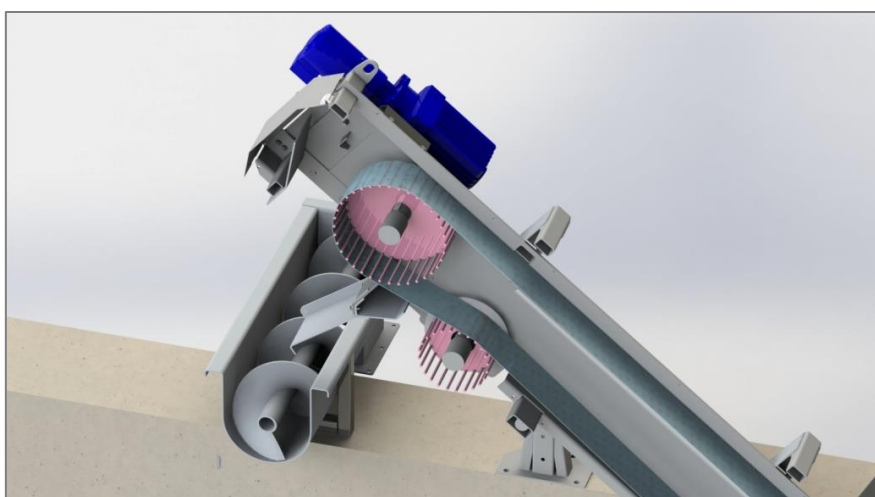
Так же выполнялся анализ работы отдельных сооружений городских станций очистки сточных вод, где выявлены связи между отключением оборудования технологической линии очистки и повышением концентраций загрязнителей в очищенных сточных водах. Так, например, отключение от технологической линии первичного отстойника, повышается нагрузка на биологические фильтры, возникают риски аварийных ситуаций на сооружениях аэрации. На выходе в очищенных сточных водах появляются высокие концентрации нефтепродуктов. Как только работа сооружений восстанавливается, концентрация нефтепродуктов достигает нормы или имеет незначительное превышение. Таким образом работоспособность оборудования напрямую влияет на показатели качества очищенной сточной воды.

Анализируя научно-методические подходы к обеспечению экологической безопасности в зоне влияния длительно-существующих очистных сооружений можно сказать, что на сегодняшний день в Воронежской области процессы самоочищения водотоков и разбавление сточных вод с водами водоёмов приёмников, являются единственным решением, не требующим финансовых затрат и участие человека. Однако, антропогенная нагрузка на водотоки возрастает, что в последствии может привести к экологической катастрофе. Для этого необходимо разрабатывать и внедрять мероприятия экологической безопасности, способные обеспечить защиту водотоков от антропогенного воздействия.

Одним из таких мероприятий стал фильтр тонкой механической очистки (рис. 2, 3).<sup>3</sup> Он предназначен для очистки сточной воды поступающей на городские очистные сооружения. Принцип его работы заключается в удалении мелких загрязнений сточных вод на первых этапах очистки, что в дальнейшем позволит сократить аварийные отключения оборудования, связанные с засорением мелким мусором.



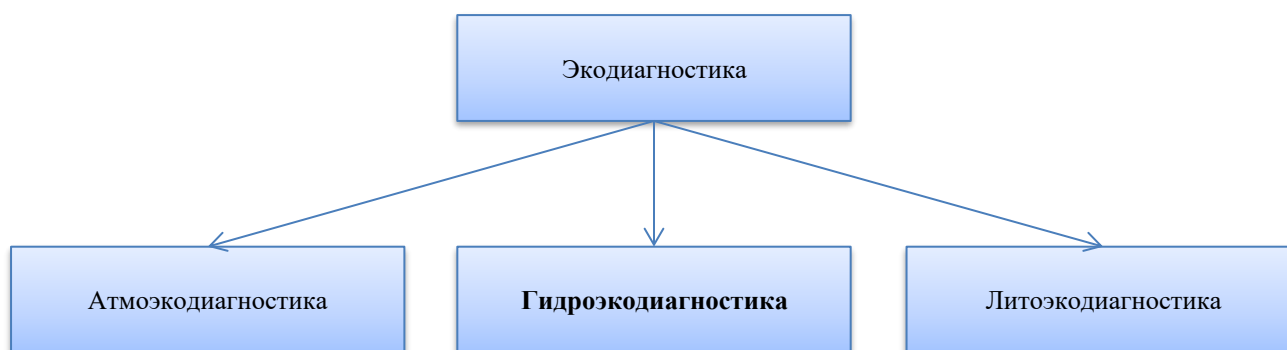
**Рисунок 2.** Фильтр тонкой механической очистки  
(общий вид) (разработано авторами в рамках патента № 227664 РФ)



**Рисунок 3.** Фильтр тонкой механической очистки в разрезе,  
привод (разработано авторами в рамках патента № 227664 РФ)

Обобщенное понятие экодиагностики предполагает изучение состояния и динамики развития экологических ситуаций для отдельных компонентов окружающей среды. Авторами предлагается детализация экодиагностики связанная с оценкой поверхностных вод водных объектов и очищенных сточных вод городских станций очистки сточных вод. Авторами предлагается новое определение: гидроэкодиагностика — это направление экодиагностики, изучающее химические и физические параметры природных и техногенных вод в целях выявления, предупреждения и устранения опасных и негативных экологических явлений и процессов.

<sup>3</sup> Патент № 227664 Российская Федерация МПК E03F 5/14 (2006/01), C02F 1/00 (2006/01), B01D 33/00 (2006/01). Фильтр тонкой механической очистки: № 2024113683/10 (030752) от 21.05.2024 / Эпиташвили А.В., Фонова С.И., Эпиташвили О.О., Нечепуренко А.В. — 2 с.



**Рисунок 4.** Гидроэкодиагностика в составе экодиагностики (разработано авторами)

Гидроэкодиагностика включает: определение источников загрязнения водных объектов, исследование и анализ химических, физических и микробиологических показателей качества поверхностных и техногенных вод, эколого-геохимическая оценка донных отложений в зонах влияния сточных вод, разработка инженерно-технического решения, позволяющего сократить объемы поступающих загрязнителей в природные и искусственные водоёмы, работа связанная с аналитическим исследованием зависимости работы оборудования очистных сооружений и содержанием в очищенных сточных водах повышенных концентраций загрязняющих веществ.

### Заключение

Выполнен анализ территории Воронежской области на предмет сброса очищенных сточных вод в природные водоёмы. В результате определено девятнадцать населенных пунктов с численностью населения более десяти тысяч человек, такие как: город Воронеж, город Россошь, город Борисоглебск, город Лиски, город Новая Усмань, город Острогожск, город Нововоронеж, город Семилуки, город Бутурлиновка, город Павловск, город Бобров, город Калач, город Поворино, поселок городского типа Анна, поселок городского типа Грибановский, город Богучар, районное поселение Таловая, поселок городского типа Кантемировка, город Эртиль, где происходит непрерывным сброс сточных вод в водоёмы приёмники. Такими водоёмами являются крупные и малые реки области. Проведено обследование зон мест сброса очищенных сточных вод. По результатам исследований территории Воронежской области составлена картосхема зон сброса очищенных сточных вод выделенных населённых пунктов. Проведены химические исследования поверхностных вод и донных отложений. Определены зоны влияния очищенных сточных вод на водоёмы-приемники. Процесс сброса очищенных сточных вод относится к непрерывным антропогенным воздействиям на водоёмы, а также на окружающую среду. В результате негативного воздействия меняется состав поверхностных вод, а также вредные вещества накапливаются в донных отложениях. Такие накопления способны отравлять живые организмы, обитающие в водоёмах; накапливаться в почве в зоне береговой линии; проникать и отравлять грунтовые воды; подниматься с испарениями в атмосферу и перемещаться на значительные расстояния, выпадая осадками на поверхность Земли. В таком случае становится неизбежным влияние загрязняющих веществ, поступающих в водотоки, как на природу и живые организмы, так и на человека. Ежегодно создаются новые методы химической, биологической очистки сточных вод, однако их применение не всегда возможно в реалиях современного Мира. Выявлены взаимосвязи между работой отдельных сооружений городских станций очистки сточных вод и показателями качества очищенных сточных вод. Разработан инженерно-технический способ для улучшения качества очистки сточных вод, представленный фильтром тонкой механической очистки. Предложен термин гидроэкодиагностика, который обобщает широкий комплекс исследовательских работ, направленный на обеспечение экологической безопасности водных объектов в целом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сидельников, В.Е. Механизм самоочищения водоемов [Текст] / В.Е. Сидельников. — Москва: Стройиздат, 1980 — 111 с.
2. Мордвинцев, М.М., Богуславская, Т.А. Восстановление рек и водоемов [Текст] / М.М. Мордвинцев, Т.А. Богуславская — ISBN 5-89040-135-3:300. — Новочеркасск: Новочерк. гос. мелиор. акад., 2006 — 123 с.
3. Сейдалиев Г.С., Косинова И.И., Соколова Т.В., Силкин К.Ю. Экологический менеджмент территорий Воронежского водохранилища: Монография / Г.С. Сейдалиев, И.И. Косинова, Т.В. Соколова, К.Ю. Силкин. — Воронеж: Истоки, 2017 — 186 с.
4. Фонова С.И., Эпиташвили А.В., Лучников Р.А. Работа станций очистки сточных вод в пределах городской застройки, влияние на экологию [Текст] / С.И. Фонова, А.В. Эпиташвили, Р.А. Лучников // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы IX-ой международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика РААСН Чернышова Е.М. — 2022. — С. 449–451.
5. Фонова, С.И., Бурак, Е.Э., Эпиташвили, А.В. Исследование сточных вод, прошедших очистку на городской станции очистки сточных вод / С.И. Фонова, Е.Э. Бурак, А.В. Эпиташвили // XVII Общероссийская научно-практическая конференция и выставка «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в российской федерации». — Москва: 2022. — С. 150–152.
6. Фонова, С.И., Эпиташвили, А.В. Исследование сточных вод после многоуровневой очистки / С.И. Фонова, А.В. Эпиташвили [Текст] // XVII Общероссийская научно-практическая конференция и выставка «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в российской федерации». — Москва: ООО «Геомаркетинг», 2023. — С. 26–32.
7. Фонова, С.И., Эпиташвили, А.В., Лучнико, Р.А. Работа станций очистки сточных вод в пределах городской застройки, влияние на экологию / С.И. Фонова, А.В. Эпиташвили, Р.А. Лучнико // IX Международная научно-практическая конференция «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». — Тамбов: ИП Чеснокова А.В., 2022. — С. 449–451.
8. Эпиташвили, А.В., Фонова, С.И. Оценка качества очистки сточных вод и их влияние на водоемы / А.В. Эпиташвили, С.И. Фонова [Текст] // Школа экологических и геологических перспектив: материалы одиннадцатого Международного инновационного проекта. — Воронеж: Научная книга, 2024. — С. 166–172.
9. Фонова, С.И., Эпиташвили, А.В. Исследование водоёмов в местах сброса очищенных сточных вод / С.И. Фонова, А.В. Эпиташвили [Текст] // "Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы": Материалы восьмой научно-практической конференции. — Воронеж: Кварта, 2023. — С. 314–318.
10. Саэт Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. — М.: Недра, 1990. — 333, [2] с.: ил. — Авт. Указаны на обороте тит. л. — ISBN 5-247-01127-9.

**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>

## The singularity of the process of pollution of water bodies

**Abstract.** The rapidly changing world, greedily mastering new directions of science and technology, introducing its achievements into the everyday life of an ordinary person, does not go unnoticed by nature, which obediently accepts the blows of civilization. It so happened that the anthropogenic impact on the environment has acquired a continuous character. As a result, individual units of ecosystems lose their properties, cease to be safe for humans, and acquire new characteristics. One of the urgent problems of all mankind, which appeared during the period of active industrial development and urbanization of new territories, was the pollution of rivers with sewage, both industrial and household. However, to date there are no solutions that globally affect the current environmental situation. The main purpose of the research was to locally identify and analyze the sources of continuous intake of pollutants of various types into the rivers of the Voronezh region. Analytical methods, laboratory studies, the method of integral analysis of the obtained data, etc. were used for this purpose. As a result, the main sources polluting reservoirs have been identified, critical zones of their influence have been identified, and a cartographic diagram of the discharge zones of treated wastewater in the Voronezh region has been built. Modern problems of geoecology arising against the background of the development and expansion of zones of anthropogenic influence require the development of new and effective methods and approaches of control, new ways to eliminate negative consequences adapted to modern living conditions, as well as the development of technical and administrative solutions aimed at environmental rehabilitation.

**Keywords:** eco-pollution; reservoirs; wastewater; environment; hydroecodiagnosics