

УДК 628.3

Манжина С. А., старший научный сотрудник

¹Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации,
Новочеркасск, Российская Федерация

Шалашова О. Ю., доцент

Шубина О. Е., магистрант

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова
ФГБОУ ВО «Донской ГАУ»

Manzhina A. S., Senior Researcher

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novo-
cherkassk, Russian Federation

Shalashova O. U., Associate Professor

Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A.K. Kor-
tunov of the Donskoy State Agrarian University
Shubina O. E.,

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ «КАДАМОВСКИЕ» НА Р. ТУЗЛОВ

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF KADAMOVSKIYE SEWAGE TREATMENT PLANTS ON THE TUZLOV RIVER

Аннотация. Целью исследований в данной работе является оценка влияния канализационных очистных сооружений (КОС) «Кадамовские» на экологические показатели приемника сточных вод – р. Тузлов. В качестве материалов исследований использованы протоколы лабораторных испытаний КОС «Кадамовские», данные Гидрохимического института Росгидромета и другие материалы. Авторами также проведено сравнение показателей по растворенным минеральным веществам в реке Тузлов по состоянию на 1950-55 гг., что дало возможность сделать выводы об отсутствии влияния очищенных вод с КОС «Кадамовские» на эти показатели. Хозяйственно-бытовые стоки, прошедшие очистку, по своим показателям имеют лучший состав, чем вода в приемнике сточных вод. Исключение составляет остаточное содержание в них фосфат-ионов, удаление которого требует включение дополнительных мероприятий в технологию очистки.

Ключевые слов: сточные воды, канализационные очистные сооружения, приемник сточных вод, биогенные вещества, остаточное содержание фосфатов.

Annotation. The purpose of the research in this paper is to assess the impact of the Kadamovskiye sewage treatment plants (KOS) on the environmental indicators of the wastewater receiver - the Tuzlov River. Laboratory test protocols of the Kadamovskiye CBS, data from the Hydro-Chemical Institute of the Russian Hydrometeorological Service and other materials were used as research materials. The authors also compared the indicators for dissolved minerals in the Tuzlov River as of 1950-55, which made it possible to draw conclusions about the absence of the influence of purified waters from the Kadamovskiye spit on these indicators. Household wastewater that has been treated has a better composition in terms of its indicators than the water in the wastewater receiver. The exception is the residual content of

phosphate ions in them, the removal of which requires the inclusion of additional measures in the purification technology.

Keywords: wastewater, sewage treatment plants, waste water source, biogenic substances, residual phosphate content.

В условиях урбанизации территорий одним из инструментов утилизации жидких отходов, образовавшихся в бытовой сфере и при производственной деятельности, является отведение их по централизованной системе канализации на очистные сооружения (далее – КОС) после чего они подлежат возврату в окружающую среду, как правило в природные водные объекты. Такие водные объекты принято называть приемниками сточных вод. Главным условием сброса очищенных сточных вод, или, как их еще принято называть в иностранной литературе, восстановленных, является соответствие их качества экологическим требованиям. В России эти требования обозначены в главе 6 ВК РФ [1].

В нашей стране состав допустимых экологических показателей сбрасываемых сточных вод определяется, в первую очередь, исходя из категории станции очистки канализационных стоков как объекта негативного воздействия на окружающую среду (далее объекта – НВОС), которая устанавливается в зависимости от производственных мощностей и эффективности очистного оборудования, согласно Постановления Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 2398 [2]. По этим критериям к объектам I категории относят КОС, обрабатывающие более 20 тыс. м³ сточных вод в сутки, а ко второй категории – объекты с меньшим сбросом [3]. В зависимости от соответствия КОС регламентам наилучших доступных технологий – ИТС 10-2019 [4] (для объектов НВОС I категории – обязательно, для II категории – по заявке), действующим очистным сооружениям разработаны технологические нормативы (ТН), либо нормативы допустимых сбросов (НДС).

Внедрение нормирования экологической нагрузки на водные объекты призвано реализовывать природоохранную стратегию нашей страны. Тем не менее, до настоящего времени практически повсеместно наблюдаются недостаточная экологическая эффективность работы муниципальных КОС [4–11], которая в первую очередь связана с износом основного оборудования, большая часть которого введена в эксплуатацию в 50–70-х годах прошлого столетия. По данным Росстата «суммарный износ основных фондов в стоимостном выражении увеличивался в среднем на 48,6 млрд руб. ежегодно. В 2021 г. износ основных фондов в обеих отраслях (примечание авт.: водоподача и водоотведение) составил более 810 млрд руб.». В результате чего сохраняются проблемы с эффективностью очистки сбрасываемых вод (рисунок 1).

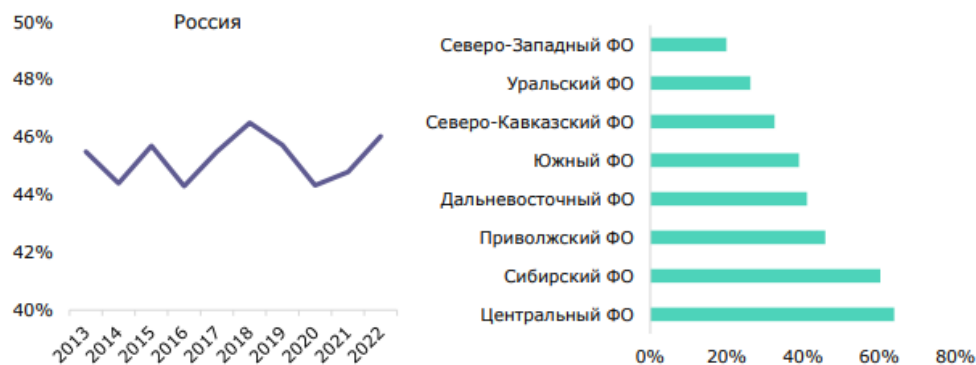


Рисунок 1 – Доля сточных вод, очищенных до нормативных значений, в общем объеме сточных вод, пропущенных через очистные сооружения в России [12]

Результатом отставания в обновлении основных фондов муниципальных систем канализации является загрязнение водных объектов специфическими веществами, поступающими с хозяйственно-бытовыми стоками, среди них тяжелые металлы, биогены, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и т. д. Как одно из последствий такого загрязнения – эвтрофикация и последующая гипоксия водных объектов, накопление тяжелых металлов в гидробионтах, аккумуляция загрязняющих веществ донными отложениями. Последнее приводит к вторичному загрязнению вод [10–12].

В Новочеркасске отвод канализационных стоков производится, по большей части, по централизованной системе, после чего подается на КОС «Кадамовские», откуда очищенная вода поступает в р. Тузлов.



Рисунок 2 – Схема бассейна реки Тузлов

Проблема реки в том, что она протекает по хозяйственно загруженной территории, что формирует неблагоприятные в экологическом плане показатели вод и донных отложений. В воде реки отмечается высокое содержание сульфатов, железа и других загрязнений, что может быть обусловлено как высокой антропогенной освоенностью территории бассейна, где расположены ряд населенных пунктов, в том числе промышленно развитые города, Новочеркасск, Шахты, Новошахтинск, так и примешиванием шахтных вод от законсервированных угольных разработок. (рисунок 2) [13–16].

Расход воды в реке Тузлов по состоянию на 2020-2023 гг. представлен

на рисунке 3. Согласно этим данным расход воды в реке за последние годы значительно вырос.

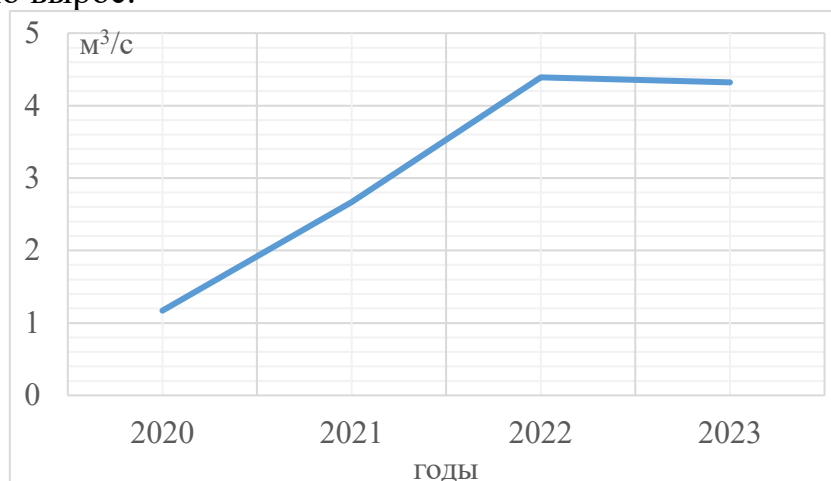


Рисунок 3 – Среднегодовой расход воды в р. Тузлов (по данным Гидрохимического института [17])

Экологическое состояние р. Тузлов на протяжении многих лет характеризуется как «грязная». По данным Гидрохимического института, в 2023 г. минерализация воды р. Тузлов (выше х. Несветай), достигала 1329 мг/л и 2049 мг/л. Максимальная величина минерализации воды в р. Тузлов у х. Несветай достигала 3968 мг/л. Режим растворенного в воде кислорода был хорошим, минимальная концентрация не опускалась ниже 6,81 мг/л [17].

Основными загрязнениями, фиксируемыми в реке по наблюдениям Росгидромета, являются соединения магния (1–3 ПДК), железа (2–5 ПДК), сульфаты (3–6 ПДК), нефтепродукты в среднем от 3 до 1 ПДК, нитритный азот 1–5 ПДК, хлориды (1–2 ПДК). Максимальные превышения зарегистрированы в пробах воды из реки: у х. Несветай – в 2 пробах сульфаты ~ 15 ПДК и в 1 – соединения магния 28 ПДК, выше г. Новочеркасск – в пробах сульфаты 12–15 ПДК, ниже г. Новочеркасск – в 4 пробах сульфаты достигали 11–16 ПДК [17].

Комплекс очистных сооружений канализации (КОС) «Кадамовские» осуществляет прием и очистку сточных вод от бывшего Первомайского района, в том числе мкр. Ключевого и мкр. Сармат, и от бывшего Промышленного района, в том числе мкр. Восточный, и от промышленных предприятий. Производительность КОС: проектная – 55 тыс. м³/сут., фактическая – 15–25 тыс. м³/сут. [18]. Организация относится ко II категории объектов НВОС. После раздельной механической очистки, поступившие на КОС сточные воды, смешиваются и подаются в аэротенк для прохождения биологической очистки. После обеззараживания диоксидом хлора очищенные сточные воды транспортируют в биопруд из которого они самотеком поступают в р. Тузлов. Фоновая концентрация загрязняющего вещества в р. Тузлов, по данным ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС» по взвешенным веществам составляет 44 мг/дм³, по сульфатам – 550 мг/дм³. НДС для очищенных сточных вод с КОС «Кадамовские» по всем веществам, за исключением

сульфат-ионов, соответствуют ПДК рыбохозяйственного назначения, для сульфатов – 453 мг/дм³. По взвешенным веществам НДС – 44,75 мг/дм³.

Объемы годового сброса очищенных СВ с биопрудов КОС «Кадамовские» приведены на рисунке 5.

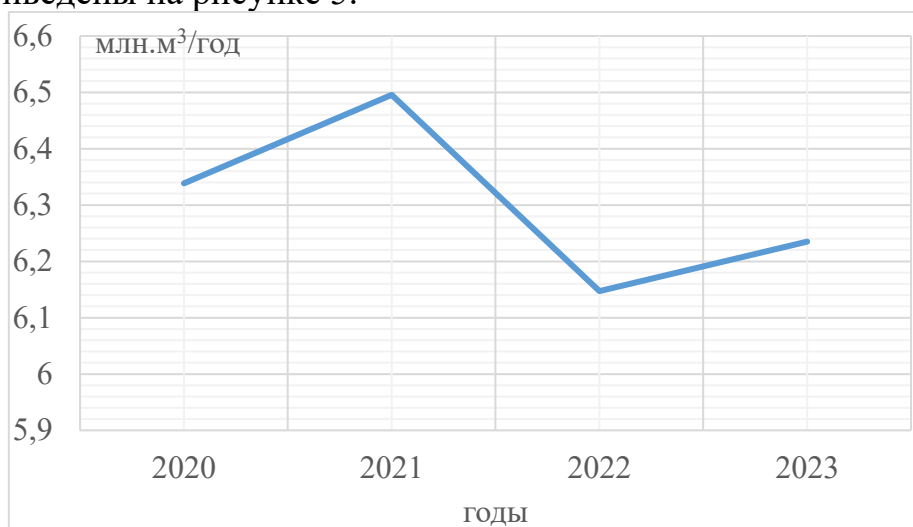


Рисунок 5 – Объемы годового сброса очищенных вод с КОС «Кадамовские»

Основные превышения ПДК в воде реки Тузлов отмечены по сульфатам, среднемесячное содержание которых в фоновом створе реки в 2022 году составляло 1248,957 мг/дм³, в 2023 – 1302,22 мг/дм³. Среднемесячное содержание железа в фоновом створе составляло в 2022 году – 1,85ПДК, в 2023 – 2,7ПДК, марганца в 2023 году – 4ПДК. Содержание фосфатов в 2022 году – 1,198 мг/дм³, в 2023 – 0,483 мг/дм³, что превышает ПДК в 6 и 2,4 раза соответственно. Все приведенные показатели указывают на неблагоприятное экологическое состояние воды в реке еще до сброса в нее очищенных сточных вод с КОС «Кадамовские» [17].

По данным протоколов КОС «Кадамовские» за 2022 год в контрольном створе р. Тузлов – 500 м ниже выпуска сточных вод в сравнении с фоновыми значениями (контрольный створ – 800 м выше выпуска сточных вод) отмечено превышение фосфатов на 30 %, нитритов на 6 %, медь и ионы аммония показали прирост менее 5 % (рисунок 5). Содержание сульфат- и хлорид-ионов, а также ионов меди и нитритов в сбрасываемых водах меньше, чем в речной воде (рисунок 5).

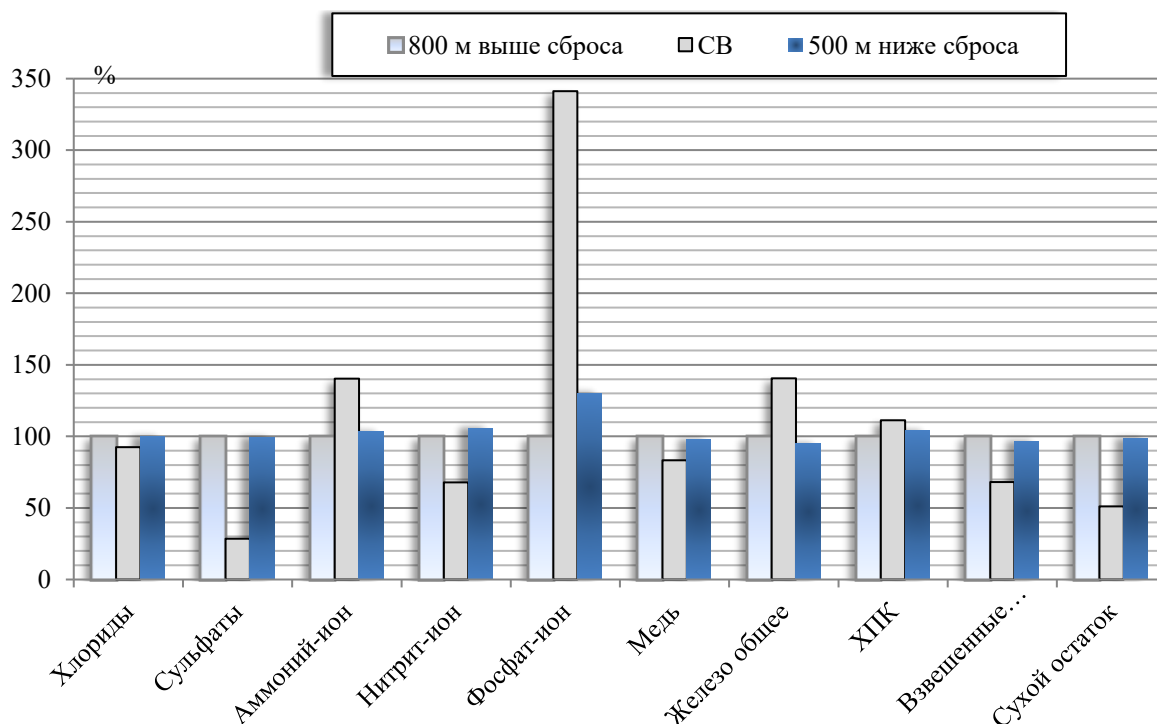


Рисунок 5 – Соотношение ионов в р. Тузлов в контрольном створе 500 м ниже сброса сточных вод КОС «Кадамовские» и в сточных водах в сравнении с фоновыми показателями по состоянию на 2022 год ([18] с дополнениями)

Данные по 2022 году показали превышение по азотсодержащим ионам в контрольном створе в сравнении с фоновым, несмотря на соблюдение нормативов НДС в сточных водах, поступающих из биопрудов КОС «Кадамовские». Общее железо в сбрасываемых очищенных водах, хоть и превышает фоновые показатели, но к контрольному створу их содержание падает. Наибольшее загрязнение приходится на долю фосфатов, которое влияет на качество воды в контрольном створе.

Иная картина наблюдается в 2023 году, здесь в контрольном створе превышение по среднестатистическим данным за год отмечается по нитритному азоту ~ на 10 %, по фосфат иону более чем на 10 %, по марганцу менее чем на 2 %, по содержанию общего железа на 3,5 % (рисунок 6). При этом все растворенные вещества, за исключением фосфат-иона, в сточных водах имеет меньшую концентрацию, чем в фоновом створе.

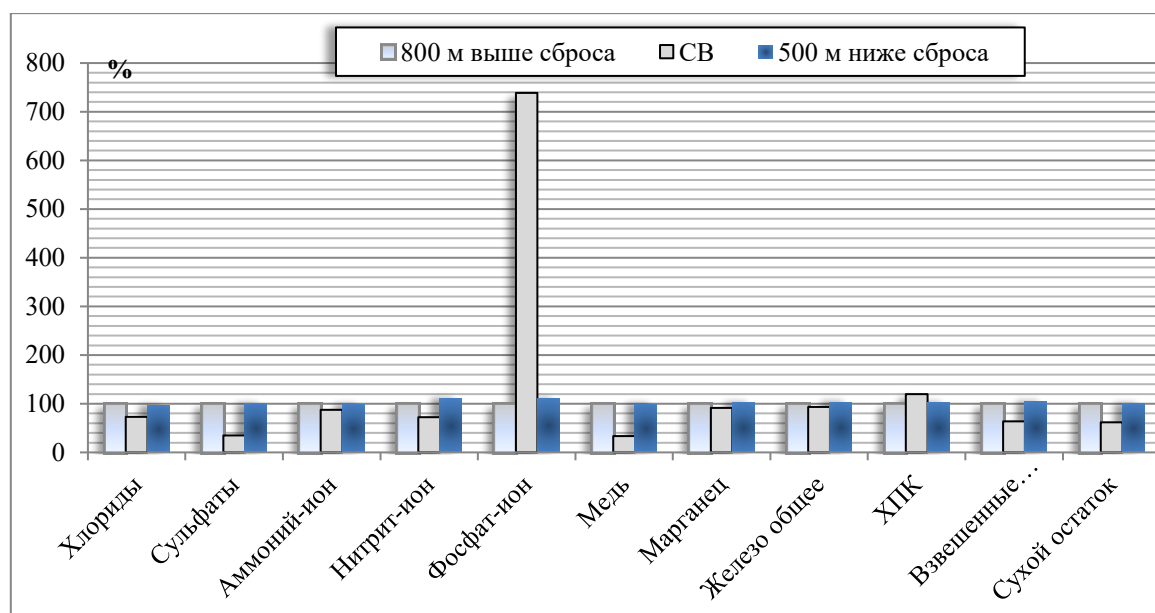


Рисунок 6 – Соотношение ионов в р. Тузлов в контрольном створе 500 м ниже сброса сточных вод КОС «Кадамовские» и в сточных водах в сравнении с фоновыми показателями по состоянию на 2023 год

Полученные данные позволили сделать вывод о том, что солеобразующие ионы и взвешенные вещества, поступающие со сточными водами с КОС, не нарушают фоновых показателей воды в реке. Здесь скорее можно говорить о дополнительном разбавлении. По данным М. В. Горохова (1958) за 1950-55 гг. минерализация воды в р. Тузлов колебалась от 300 до 3400 мг/дм³, содержание хлоридов – 100-400 мг/дм³, сульфатов – 100-1800, наибольшая повторяемость – 1200 мг/дм³, натрия – 10-600 мг/дм³ [19]. Автор также указывал на длительное влияние шахтных вод, которые периодически сбрасывались в реку Тузлов от действующих угледобывающих шахт в окрестностях городов Шахты и Новошахтинска.

Иное положение дел с биогенными веществами. Здесь наибольшую озабоченность в экологическом плане вызывает поступление в реку фосфатов, содержание которых в сточных водах в разы превышает фоновые показатели. Несмотря на то, что количество фосфатов в процессе очистки значительно уменьшается (рисунок 7), тем не менее эффективность остается недостаточной для обеспечения соблюдения экологических требований.

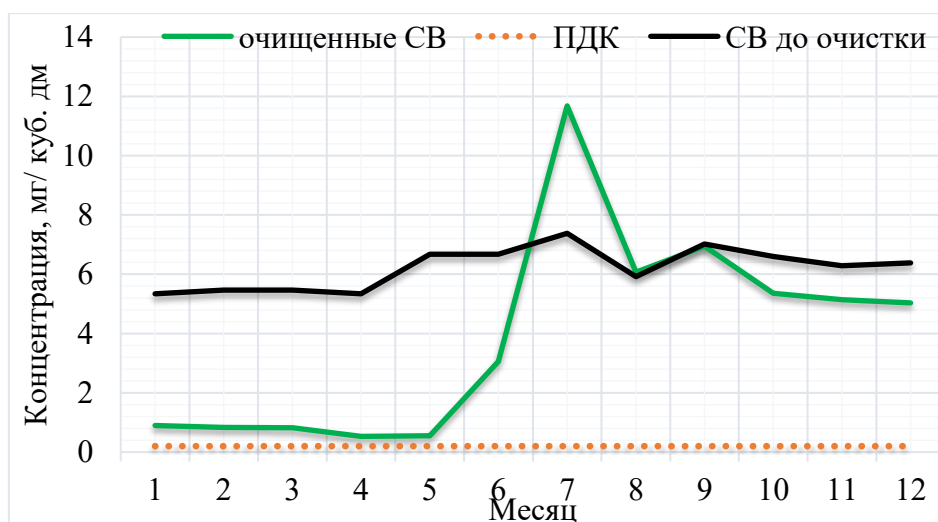


Рисунок 7 – Изменение концентрации фосфатов в сточных водах на КОС «Кадамовские» (по состоянию на 2022 год)

В очищенных сточных водах также отмечается повышенное значение показателя химической потребности кислорода в воде – ХПК, что указывает на наличие окисляемых минеральных и органических соединений, содержащих углерод. Минерализация сточных вод значительно меньше, чем в реке, то же можно сказать и по взвешенным веществам.

На основании изложенного сделаны следующие выводы. Река Тузлов имеет высокий уровень антропогенного загрязнения на всем протяжении русла, что ухудшает качество воды в ней. На основе ретроспективного анализа качества воды в реке по минеральным составляющим установлено, что основное влияние на этот показатель оказывает геохимический фактор, связанный с угледобывающей отраслью. Хозяйственно-бытовые стоки, прошедшие очистку на КОС «Кадамовские», по своим показателям имеют лучший состав, чем вода в приемнике сточных вод. Исключение составляет остаточное содержание в них фосфат-ионов, удаление которого требует включение дополнительных мероприятий в технологию очистки.

Список литературы

1. "Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 08.08.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2025). [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/.
2. Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 N 2398 (ред. от 18.12.2024) "Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий" [Электронный ресурс] URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373399/d6b27ecf1250d88161a5d3c9d1a8e3f4f8fb5ac5/, 2025.
3. Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. № 1430 "Об утверждении технологических показателей наилучших доступных технологий в сфере очистки сточных вод с использованием централизованных

систем водоотведения поселений или городских округов". [Электронный ресурс] ИС «Техэксперт: 6 поколение». Интранет.

4. ИТС 10-2019 Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов: утв.: приказом Росстандарта от 12.12.2019 № 2981. [Электронный ресурс] ИС «Техэксперт: 6 поколение». Интранет.

5. Даниилович Д. А., Эпов А. Н., Канунникова М. А. Анализ данных работы очистных сооружений российских городов – основа для технологического нормирования // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2015. № 3–4. С. 18–28.

6. Василевич Э. Э., Лавыгина О. Л., Дударев В. И. Современное состояние канализационных очистных сооружений на севере Иркутской области // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 4. С. 719–726. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-4-719-726>. EDN: PIOOGA.

7. Иванютин Н. М., Подовалова С. В. Загрязнение водных объектов Крыма сточными водами // Экология и строительство, № 1, 2018. С. 4-8. DOI: 10.24411/2413-8452-2018-00001.

8. Сергиенко Л. И., Паринов С. В., Никонорова С. П. Защита водных источников от загрязнения сточными водами на примере г. Волжского Волгоградской области / Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства, № 2, 2019. С. 6–10. DOI: 10.24411/1816-1863-2019-12006.

9. Парамонова Л. Н. Пути повышения эффективности очистки сточных вод // Известия Петербургского университета путей сообщения. СПб.: ПГУПС, 2024. Т. 21, вып. 2. С. 324–331. DOI: 10.20295/1815-588X-2024-02-324-331.

10. Инчагов А. Д. Сброс сточных вод без очистки: нюансы проблемы // Экология производства. 2020, 24 авг. С. 2–9.

11. Пупырев Е. И. Сбор и очистка хозяйственно-бытовых сточных вод: критический обзор достигнутых результатов // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. Вып. 11. С. 1365–1407. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.11.1365-1407.

12. Сфера водоснабжения и водоотведения в России: текущее состояние и пути развития / Доклад подготовлен под руководством первого заместителя генерального директора Фонда «ЦСР» Татьяны Радченко // Фонд «Центр стратегических разработок» (ЦСР), 2024. 100 с.

13. Капнинов А. С., Хайбуллаев А. С. Оценка качества воды р. Тузлов по макро-зообентосу // Международный студенческий научный вестник [Электронный ресурс]. 2016. № 4-3. С. 19–23. URL: <https://eduherald.ru/article/view?id=16290>.

14. Стрельцова Н. Б., Шептиев С. А. Особенности эвтрофирования малых рек Ростовской области // Экология и водное хозяйство. 2020. № 4(07). С. 12–21. DOI: 10.31774/2658-7890-2020-4-12-21.

15. Бакаева Е. Н., Тарадайко М. Н. Токсичность донных отложений малых рек бассейна реки Тузлов по набору биотестов // Успехи современного естествознания, № 4, 2019. С. 31-36.

16. Сазонов А. Д., Закруткин В. Е. Гидрохимические особенности реки Тузлов как индикатор последствий хозяйственной деятельности в Восточном Донбассе (Ростовская область) // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. № 1, 2024. С. 73–82. DOI: 10.31857/S0869780924010084, EDN: GNRELZ.

17. Качество поверхностных вод Российской Федерации (ежегодник) по состоянию на 2020–2023 гг. [Электронный ресурс] // Гидрохимический институт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. URL: <https://gidrohim.com/node/44>, 2025.

18. Схема водоснабжения и водоотведения г. Новочеркасска на 2024 год до 2028: утв. Постановление Администрации г. Новочеркасска от 27.12.2024 № 3195. 133 с. // Городская Дума города Новочеркасска [Электронный ресурс]. URL: <https://nduma.ru/official-documents/documents/resolution/2099/>, 2025.

19. Горохова М. В. Динамика уровня и солевого режима грунтовых вод на обвалованном и необвалованном участках в пойме реки Тузлов // Сборник трудов ЮжНИИГиМ. Новочеркасск, 1958. С. 54–67.

References

1. "Water Code of the Russian Federation" dated 06/03/2006 No. 74-FZ (as amended on 08/08/2024) (with amendments and additions, intro. effective from 03/01/2025). [Electronic resource]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/.

2. Decree of the Government of the Russian Federation dated 12/31/2020 N 2398 (as amended on 12/18/2024) "On approval of criteria for classifying objects having a negative impact on the environment as objects of categories I, II, III and IV" [Electronic resource] URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373399/d6b27ecf1250d88161a5d3c9d1a8e3f4f8fb5ac5/, 2025.

3. Decree of the Government of the Russian Federation dated September 15, 2020 No. 1430 "On Approval of technological indicators of the best available technologies in the field of wastewater treatment using centralized wastewater disposal systems in settlements or urban Areas". [Electronic resource] IS "Techexpert: 6th generation". The Intranet.

4. ITS 10-2019 Wastewater treatment using centralized wastewater disposal systems in settlements and urban districts: approved by Rosstandart Order No. 2981 dated 12.12.2019. [Electronic resource] IS "Techexpert: 6th generation". The Intranet.

5. Daniilovich D. A., Epov A. N., Kanunnikova M. A. Data analysis of the work of sewage treatment plants in Russian cities is the basis for technological

rationing // The best available technologies for water supply and sanitation. 2015. No. 3-4. pp. 18-28.

6. Vasilevich E. E., Lavygina O. L., Dudarev V. I. The current state of sewage treatment plants in the north of the Irkutsk region // *Izvestiya vuzov. Investment. Construction. Realty.* 2024. Vol. 14. No. 4. pp. 719-726. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-4-719-726>. EDN: PIOOGA.

7. Ivanyutin N. M., Podovalova S. V. Pollution of Crimean water bodies by wastewater // *Ecology and Construction*, No. 1, 2018. pp. 4-8. DOI: 10.24411/2413-8452-2018-00001.

8. Sergienko L. I., Parinov S. V., Nikonorova S. P. Protection of water sources from wastewater pollution on the example of Volzhsky, Volgograd region / *Environmental safety of construction and urban economy*, No. 2, 2019. pp. 6-10. DOI: 10.24411/1816-1863-2019-1226.

9. Paramonova L. N. Ways to improve the efficiency of wastewater treatment // *Proceedings of the St. Petersburg University of Railway Transport*. St. Petersburg: PGUPS, 2024. Vol. 21, issue. 2. Pp. 324-331. DOI: 10.20295/1815-588X-2024-02-324-331.

10. Inchagov A.D. Wastewater discharge without treatment: nuances of the problem // *Ecology of production*. 2020, Aug 24, pp. 2-9.

11. Pupyrev E. I. Collection and purification of domestic wastewater: a critical review of the results achieved // *Bulletin of MGSU*. 2019. Vol. 14. Issue 11. pp. 1365-1407. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.11.1365-1407.

12. The sphere of water supply and sanitation in Russia: current state and development paths / The report was prepared under the leadership of Tatiana Radchenko, First Deputy Director General of the CSR Foundation // *The Center for Strategic Research Foundation (CSR)*, 2024. 100 p.

13. Kapninov A. S., Khaibullaev A. S. Assessment of water quality in the Russian Federation. Tuzlov on macrozoobenthos // *International Student Scientific Bulletin [Electronic resource]*. 2016. No. 4-3. pp. 19-23. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=16290>.

14. Streltsova N. B., Sheptiev S. A. Features of eutrophication of small rivers of the Rostov region // *Ecology and water management*. 2020. No. 4(07). pp. 12-21. DOI: 10.31774/2658-7890-2020-4-12-21.

15. Bakayeva E. N., Taradayko M. N. Toxicity of bottom sediments of small rivers of the Tuzlov River basin according to a set of biotests // *Successes of modern Natural Sciences*, No. 4, 2019. pp. 31-36.

16. Sazonov A.D., Zakrutkin V. E. Hydrochemical features of the Tuzlov River as an indicator of the consequences of economic activity in the Eastern Donbass (Rostov region) // *Geoecology. Engineering geology. Hydrogeology. Geocryology*. No. 1, 2024. pp. 73-82. DOI: 10.31857/S0869780924010084, EDN: GNRELZ.

17. The quality of surface waters of the Russian Federation (annual) as of 2020-2023 [Electronic resource] // Hydrochemical Institute of the Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring. URL: <https://gidrohim.com/node/44>, 2025.

18. The scheme of water supply and sanitation in Novocherkassk for 2024 to 2028: approved by Resolution of the Administration of Novocherkassk dated December 27, 2024 No. 3195. 133 p. // City Duma of Novocherkassk [Electronic resource]. URL: <https://nduma.ru/official-documents/documents/resolution/2099/>, 2025.

19. Gorokhova M. V. Dynamics of the level and salt regime of groundwater in the collapsed and undeveloped areas in the floodplain of the Tuzlov River // Proceedings of Yuzhniigim. Novocherkassk, 1958. pp. 54-67.