

Научная статья
УДК 628.316.12
doi: 10.48612/vch/k3ea-g8zx-x29z

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Дмитрий Александрович Куршин¹⁾, Асият Мухтаровна Абдуллаева²⁾, Владимир Григорьевич Семенов³⁾,
Наталья Дмитриевна Рябухина⁴⁾, Ирина Валентиновна Медведева⁵⁾

^{1,2)}Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)

125080, г. Москва, Российская Федерация

³⁾Чувашский государственный аграрный университет

428003, г. Чебоксары, Российская Федерация

^{1,5)}ООО «ИНТЕРСЭН»

141004, г. Мытищи, Российская Федерация

⁴⁾ООО «Водопроводно-канализационные системы» (ООО «ВКС»)

141009, г. Мытищи, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается использование биопрепарата «*REMEDION*[®]» для интенсификации биологической очистки сточных вод на канализационных очистных сооружениях (КОС). Исследование направлено на повышение эффективности разложения загрязняющих веществ, включая химическое потребление кислорода (ХПК), нефтепродукты, железо общее, аммоний-ион, биохимическое потребление кислорода (БПК₅) и анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ). Экспериментальные испытания проводились на действующих КОС с применением добавки-интенсификатора, содержащей непатогенные спорообразующие бактерии *Bacillus* и *Paenibacillus spp.* Результаты опытно-промышленных испытаний подтвердили высокую эффективность препарата: снижение уровня ХПК составило 85 %, нефтепродуктов – 79 %, общего железа – 75 %, аммоний-иона – 69 %, БПК₅ – 68 %, АПАВ – 55 %. Применение технологии биоремедиации позволило существенно сократить содержание загрязняющих веществ в очищенной воде, снижая нагрузку на окружающую среду. Полученные данные демонстрируют перспективность «*REMEDION*[®]» как экологически безопасного и экономически эффективного решения для очистки сточных вод. Метод биоремедиации может быть рекомендован для широкого внедрения на КОС, обеспечивая улучшение качества водоотведения и снижение токсической нагрузки на природные водоемы.

Ключевые слова: добавка-интенсификатор, опытно-промышленные испытания, канализационные очистные сооружения, биоремедиация, препарат «*REMEDION*[®]», биологическая очистка, хозяйственно-бытовые сточные воды, непатогенные спорообразующие бактерии, индикаторные показатели, загрязняющие вещества, активный ил.

Для цитирования: Куршин Д. А., Абдуллаева А. М., Семенов В. Г., Рябухина Н. Д., Медведева И. В. Интенсификация биологической очистки сточных вод на очистных сооружениях // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2025 №1(32). С. 100-106. doi: 10.48612/vch/k3ea-g8zx-x29z

Original article

INTENSIFICATION OF BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT AT WASTEWATER TREATMENT PLANTS

Dmitry A. Kurshin¹⁾, Asiyat M. Abdullayeva²⁾, Vladimir G. Semenov³⁾,

Natalia D. Ryabukhina⁴⁾, Irina V. Medvedeva⁵⁾

^{1,2)}Russian University of Biotechnology (ROSBIOTECH)

125080, Moscow, Russian Federation

³⁾Chuvash State Agrarian University

428003, Cheboksary, Russian Federation

^{1,5)}INTERSEN LLC

141004, Mytishchi, Russian Federation

⁴⁾LLC «Water supply and sewerage systems» (LLC «VKS»)

141009, Mytishchi, Russian Federation

Abstract. The article examines the use of the biopreparation «*REMEDION*[®]» to intensify the biological treatment of wastewater at sewage treatment plants (STPs). The study aims to improve the efficiency of pollutant degradation, including chemical oxygen demand (COD), petroleum products, total iron, ammonium ion, biochemical oxygen demand (BOD₅) and anionic surfactants (AS). Experimental tests were conducted at operating STPs using an additive-intensifier containing non-pathogenic spore-forming bacteria of the *Bacillus* and *Paenibacillus spp.* genera. The results of pilot-industrial trials confirmed the high efficiency of the preparation: COD levels were reduced by 85 %, petroleum products by 79 %, total iron by 75 %, ammonium ion by 69 %, BOD₅ by 68 %, and AS by 55 %. The application of bioremediation technology significantly decreased the concentration of pollutants in treated water, reducing the environmental bur-

den. The obtained data demonstrate the potential of «*REMEDION*[®]» as an environmentally safe and economically efficient solution for wastewater treatment. The bioremediation method can be recommended for widespread implementation at STPs, ensuring improved wastewater quality and reduced toxic impact on natural water bodies.

Keywords: additive-intensifier, pilot tests, sewage treatment facilities, bioremediation, preparation «*REMEDION*[®]», biological treatment, domestic wastewater, non-pathogenic spore-forming bacteria, indicator parameters, pollutants, activated sludge.

For citation: Kurshin D. A., Abdullayeva A. M., Semenov V. G., Ryabukhina N. D., Medvedeva I. V. Intensification of biological wastewater treatment at wastewater treatment plants // Vestnik Chuvash State Agrarian University. 2025 No. 1(32). Pp. 100-106. doi: 10.48612/vch/k3ea-g8zx-x29z

Введение.

С каждым годом вопросы охраны водных ресурсов и улучшения качества сточных вод, становятся все более важными как для экосистем, так и для человека. Вследствие этого возрастает нагрузка на системы водоснабжения и водоотведения в крупных городах и агломерациях, что требует поиска новых методов очистки [9-11].

Современные сточные воды содержат многочисленные загрязняющие вещества – органические и неорганические компоненты, такие как углеводороды, антибиотики и гормоны, фармацевтические препараты, аммонийные соединения и фосфаты. Это обуславливает необходимость эффективных технологий очистки, которые соответствуют современным экологическим стандартам и требованиям по качеству воды. Биологическая очистка является одним из наиболее экономичных и устойчивых методов, но ее эффективность напрямую зависит от ряда факторов, таких как состав сточных вод, тип очистного сооружения и, конечно, качество биологических процессов [13-14].

Биологическая очистка сточных вод основывается на использовании микроорганизмов для разложения органических загрязнителей. Это может быть как аэробный процесс, так и анаэробный. В процессе аэробной очистки микробные сообщества, обитающие в активном иле, активно разлагают органические вещества, превращая их в менее вредные или безопасные соединения [2-3, 5, 7-12, 15-16].

Однако для эффективной работы биологических процессов очистки необходимо поддержание оптимальных условий для микроорганизмов: подходящий состав питательных веществ, уровень кислорода, температура и pH среды. Проблемы возникают, если в сточных водах присутствуют высокие концентрации загрязняющих веществ, которые оказывают токсическое воздействие на микробные сообщества. В частности традиционные микроорганизмы, входящие в состав активного ила, не способны эффективно разлагать новые загрязняющие вещества, которые появляются вследствие промышленного производства и использования химических веществ в быту. Более того, многие загрязнители могут быть токсичными для микробных сообществ, что снижает активность и стабильность биологических процессов в очистных сооружениях. Это может привести к снижению эффективности очистки, а в некоторых случаях – к полному прекращению биологических процессов [1, 4].

В таких случаях использование интенсификаторов биологической очистки становится важным решением [5-6, 9-10]. Одним из таких интенсификаторов является препарат «*REMEDION*[®]», представляющий собой

смесь непатогенных устойчивых штаммов аэробных спорообразующих бактерий родов *Bacillus* и *Paenibacillus spp.*, ускоряющих процессы разложения органических загрязнителей и восстанавливающих активность микробных сообществ в очистных сооружениях. Микробные сообщества, в которых активно действуют эти бактерии, быстрее адаптируются к новым условиям. Это особенно важно в случаях резких изменений концентрации органических веществ в сточных водах, которые могут привести к дисбалансу микробиома очистных сооружений.

Материалы и методы.

Для оценки эффективности технологии биоремедиации в качестве добавки-интенсификатора использовали препарат «*REMEDION*[®]», предназначенный для биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод активным илом на канализационных очистных сооружениях (КОС) одного из предприятий водопроводно-канализационного хозяйства Московской области. Вначале выделяли чистую культуру непатогенных микроорганизмов, масштабировали их, затем упаковывали в специальные емкости и транспортировали к месту испытаний. Опытные промышленные испытания проводились путем введения штаммов спорообразующих бактерий *Bacillus* и *Paenibacillus spp.* с интервалом 24 часа в локусы второй из двух новых линий биологической очистки действующих КОС, обеспечивая при этом достаточный объем жизнеспособного активного ила. Внесенные бактерии-деструкторы равномерно распределяли по всему объему за счет непрерывного перемешивания в анаэробных условиях аэротенков-денитрификаторов, после чего они мигрировали в аэробные условия аэротенков-нитрификаторов при соблюдении замкнутого цикла движения возвратного активного ила из конечной аэробной зоны и зоны вторичного отстаивания обратно в зону денитрификации без отвода из системы избыточного ила. Испытания проводили в один этап, в ходе которого четыре раза вносили по 100 литров раствора спорообразующих бактерий в аэротенк-денитрификатор.

Отборы проб проводились оперативным персоналом КОС. Лабораторные испытания осуществлялись методом количественного химического анализа (КХА) в аккредитованной производственной лаборатории организации ВКХ. Для проведения лабораторных испытаний по гидробиологическим показателям пробы транспортировали в ООО «ИЛЦ БИОКОНТРОЛЬ».

Итоговый отбор пробы осуществляли через 24 часа после окончания ОПИ из вторичного отстойника второй технологической линии. Результаты лабора-

торных испытаний оценивали по всем основным показателям ЗВ до и после проведения ОПИ. В качестве контрольного образца для сравнения использовали пробу сточных вод второй технологической линии после вторичного отстаивания, отобранную из того же локуса, перед проведением ОПИ.

Определение содержания индикаторных показателей биологической очистки сточных вод, проводили по следующим методикам:

- ХПК – ПНД Ф 14.1:2:4.210-2005 (издание 2013 г.);
- нефтепродукты – ПНД 20.1:2:3.40-80 (2015 г.);
- железо общее – ПНД Ф 14.1:2:4.143-98 (2019 г.);
- аммоний-ион – ПНД Ф 14.1:2:3.1-95 (2017 г.);
- БПК₅ – ПНД Ф 10.1:2:3.131-2016 (2022 г.);
- АПАВ – ПНД Ф 14.1:2:4.158-2000 (2014 г.);
- фосфаты – ПНД Ф 14.1:2:4.248-2007 (2016 г.);

- сульфаты – ПНД Ф 14.1:2.159-2000 (2005 г.);
- взвешенные вещества – ПНД Ф 14.1:2:4.254-2009 (2017 г.).

Дата начала ОПИ – 13.05.2024 г. Дата окончания ОПИ – 16.05.2024 г.

Результаты исследований и обсуждение.

По результатам проведения ОПИ была проведена сравнительная оценка остаточного содержания основных ЗВ в биологически очищенных хозяйственно-бытовых сточных водах КОС после вторичного отстаивания, до и после внесения препарата «*REMEDION*[®]». Результаты сравнительной оценки остаточного содержания ЗВ до и после проведения ОПИ представлены в виде диаграмм (рис. 1).

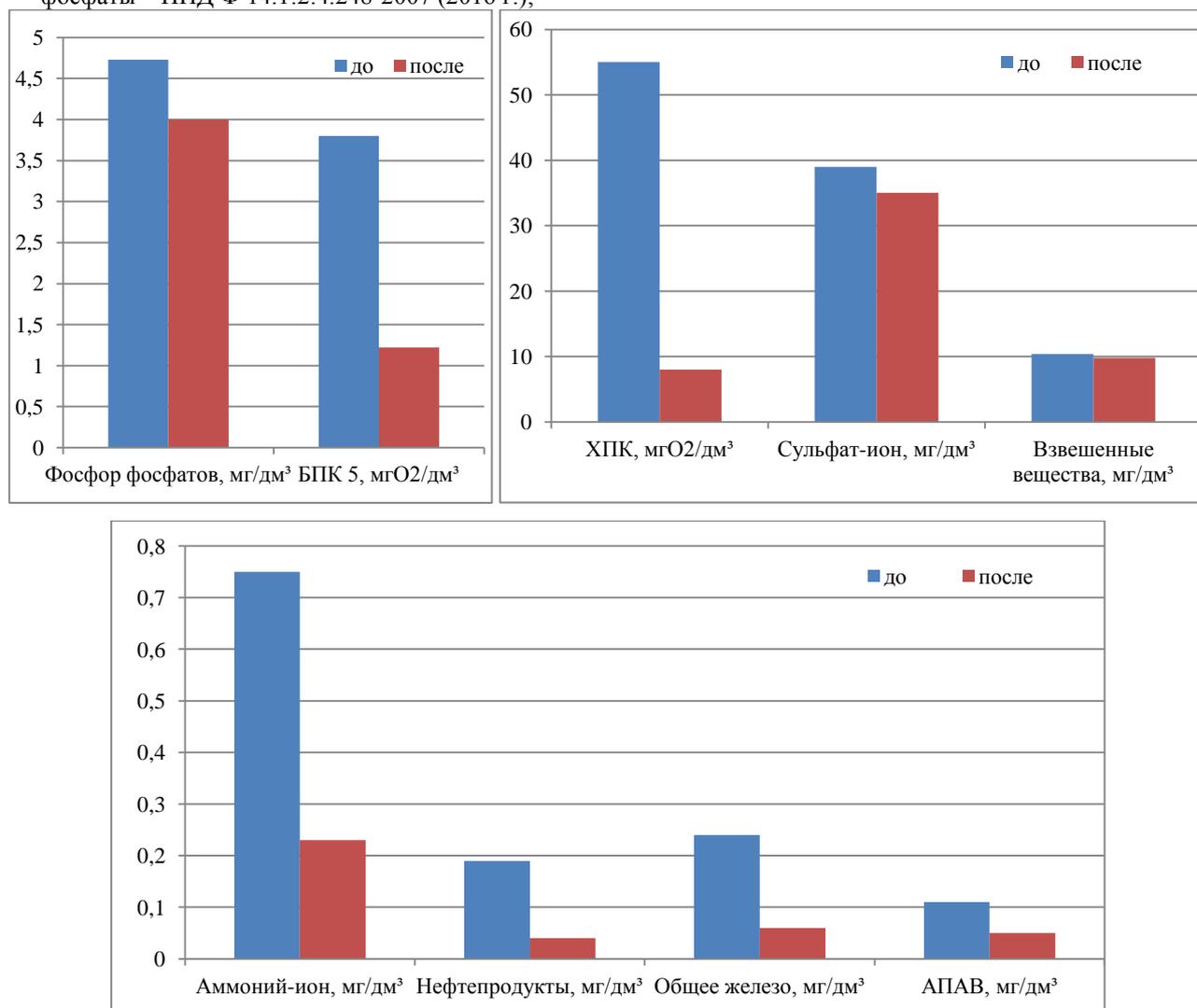


Рис. 1. Остаточное содержание загрязняющих веществ до и после проведения опытно-промышленного испытания

Fig. 1. Residual content of pollutants before and after pilot testing

На основании данных вышеприведенных диаграмм произведен расчет эффективности (формула 1) применения технологии биоремедиации хозяйственно-бытовых сточных вод КОС биопрепаратом

«*REMEDION*[®]», в качестве добавки-интенсификатора процесса их биологической очистки активным илом, которая была достигнута по итогу проведения ОПИ.

$$\text{Эф.} = 100 - (C_{\text{ост. кон.}} / C_{\text{ост. нач.}} \times 100), \% \quad (1)$$

где: $C_{\text{ост. нач.}}$ – остаточное содержание ЗВ после биологической очистки активным илом до применения биопрепарата; $C_{\text{ост. кон.}}$ – остаточное содержание ЗВ после биологической очистки активным илом и био-

препаратом, в качестве добавки-интенсификатора; 100 – коэффициент перевода значений из мг/дм³ в проценты.

Результаты расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1. Эффективность биоремедиации хозяйственно-бытовых сточных вод биопрепаратом «REMEDION®» в качестве добавки-интенсификатора процесса биологической очистки на КОС
Table 1. Effectiveness of bioremediation of domestic wastewater using the biopreparation «REMEDION®» as an additive to intensify the biological treatment process at the wastewater treatment plant

| № п/п | Наименование показателя ЗВ | Ед. изм. | Остаточное содержание ЗВ до применения биопрепарата | Остаточное содержание ЗВ после применения биопрепарата | Эффективность биоремедиации, % |
|-------|----------------------------|-----------------------------------|---|--|--------------------------------|
| 1 | ХПК | мгО ₂ /дм ³ | 55 | 8 | 85 |
| 2 | Нефтепродукты | мг/дм ³ | 0,19 | 0,04 | 79 |
| 3 | Железо общее | мг/дм ³ | 0,24 | 0,06 | 75 |
| 4 | Аммоний-ион | мг/дм ³ | 0,75 | 0,23 | 69 |
| 5 | БПК ₅ | мгО ₂ /дм ³ | 3,80 | 1,22 | 68 |
| 6 | АПАВ | мг/дм ³ | 0,11 | 0,05 | 55 |
| 7 | Фосфат-ион (по Р) | мг/дм ³ | 4,73 | 4,00 | 15 |
| 8 | Сульфат-ион | мг/дм ³ | 39 | 35 | 10 |
| 9 | Взвешенные вещества | мг/дм ³ | 10,4 | 9,8 | 6 |

Как видно из данных табл. 1, наибольшая эффективность биоремедиации хозяйственно-бытовых сточных вод препаратом «REMEDION®» (Эф.), рассчитанная по формуле (1) с учетом снижения содержания ЗВ не менее чем на 50 %, составила для показателей:

- ХПК – 85 %;
- нефтепродукты – 79 %;
- железо общее – 75 %;
- аммоний-ион – 69 %;
- БПК₅ – 68 %;
- АПАВ – 55 %.

Заключение.

При всестороннем анализе результатов проведенных ОПИ подтверждена эффективность применения технологии биоремедиации препаратом «REMEDION®» в качестве добавки-интенсификатора биологической очистки на КОС хозяйственно-бытовых сточных вод городских поселений и округов.

Наиболее эффективно применение биопрепарата для интенсификации биологической очистки сточных вод по показателям ХПК, нефтепродуктов, железа общего, аммоний-иона, БПК₅, АПАВ. Применение технологии биоремедиации показало ее практическую значимость и может быть рекомендовано для обеспечения экологической безопасности окружающей среды городских поселений и округов путем снижения содержания ЗВ, поступающих от их КОС в природные водоемы, за счет интенсификации биопрепаратом «REMEDION®» для биологической очистки сточных вод. Предполагается, что повышенная эффективность очистки снижает потребность в химических реагентах и энергоресурсах, уменьшая эксплуатационные затраты. Также снижается необходимость частой замены активного ила. Улучшенная очистка воды сокращает сброс загрязнителей в природные водоемы, что способствует охране водных экосистем и снижению накопления токсичных веществ в окружающей среде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев, С. Ю. Биологическая очистка сточных вод на основе использования свободноплавающих в аэрационном объеме аэробных микроорганизмов / С. Ю. Андреев, В. А. Князев, К. В. Лебединский // Региональная архитектура и строительство. – 2023. – № 1(54). – С. 148-155.
2. Дудченко, М. И. Гидробиологический состав активного ила аэротенков при изменении химических показателей воды / М. И. Дудченко, Л. И. Никитина, А. А. Додусов // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2023. – Т. 2. – С. 225-228.
3. Зидан, О. Д. Микроорганизмы активного ила, применяемые в очистке сточных вод / О. Д. Зидан // Развитие современной науки и образования : сборник статей VIII Международной научно-практической

- конференции, Пенза, 27 июня 2023 года. – Пенза : Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023. – С. 27-29.
4. Игнатенко, А. В. Регенерация активного ила и методы ее контроля / А. В. Игнатенко // Химическая безопасность. – 2023. – Т. 7, № 1. – С. 59-80.
 5. Исследование биоты иловых отложений / И. В. Медведева, П. А. Деминов, С. В. Уразгильдеева, Д. И. Ткачева // Полевой сезон–2011: исследования и природоохранные действия на особо охраняемых природных территориях Новгородской области : материалы 2-й региональной научно-практической конференции, г. Валдай, 18-19 ноября 2011 г. – Великий Новгород : печатный двор «Великий Новгород», 2012. – С. 102-103.
 6. Медведева, И. В. Определитель микроскопических обитателей активного ила: приложение к практикуму по микробиологии / И. В. Медведева, Г. Г. Швецов, П. А. Деминов – Москва : Издательство МГОУ, 2012. – 26 с.
 7. Нездойминов, В. И. Повышение окислительно-восстановительного потенциала иловой смеси в процессе нитрификации / В. И. Нездойминов, А. В. Могукало // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2023. – Т. 19, № 1. – С. 33-40.
 8. Пименов, В. С. Характеристика активного ила при биологической очистке различных категорий сточных вод / В. С. Пименов // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности : материалы X Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей, Волгоград, 24–29 апреля 2023 года / Под общей редакцией Н. Ю. Ермиловой, И. Е. Степановой. – Волгоград : Волгоградский государственный технический университет, 2023. – С. 249-251.
 9. Применение биопрепарата «Remedion» для комплексной биоремедиации каскадных биопрудов доочистки очистных сооружений / Д. А. Куршин, А. М. Абдуллаева, Н. Д. Рябухина, И. В. Медведева // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2023. – № 1(45). – С. 77-83. – DOI 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202301011.
 10. Применение препарата Remedion для комплексной очистки стоков на очистных сооружениях молокоперерабатывающего предприятия / Д. А. Куршин, А. М. Абдуллаева, Н. Д. Рябухина, И. В. Медведева // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2024. – № 4(52). – С. 566-574. – DOI 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202404012.
 11. Смирнова, М. М. Биологическая очистка сточных вод с использованием мембранного комплекса / М. М. Смирнова // Будущее машиностроения России. 2022 : сборник докладов. XV Всероссийская конференция молодых ученых и специалистов (с международным участием), Москва, 21–24 сентября 2022 года. Том 2. – Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2023. – Т. 2. – С. 196-200
 12. Столбикова, А. А. Биохимические методы очистки сточных вод / А. А. Столбикова, А. В. Веремьева, В. А. Фотиева // Актуальные вопросы современной науки: теория, методология, практика, инноватика : сборник научных статей по материалам X Международной научно-практической конференции. В 2 частях, Уфа, 03 февраля 2023 года. Том Часть 2. – Уфа : Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2023. – Т. 2.– С. 202-207.
 13. Тулякова, Е. В. Повышение эффективности очистки сточных вод на станциях малой и средней производительности / Е. В. Тулякова, Ю. Ю. Юрьев // Эффективные технологии в области водоподготовки и очистки в системах водоснабжения и водоотведения : материалы III Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Волгоград, 16–17 марта 2023 года. – Волгоград : Волгоградский государственный технический университет, 2023. – С. 66-68.
 14. Халикова, А. В. Определение качества очистки сточных вод методом биоиндикации / А. В. Халикова, Т. П. Чудинова // Актуальные проблемы экологии и пути их решения: Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Бирск, 16–18 марта 2023 года. – Бирск : Бирский филиал Уфимского университета науки и технологий, 2023. – С. 88-92.
 15. Якимова, К. П. Инновационные технологии в обработке и очистке сточных вод: анализ эффективности и экологическая значимость / К. П. Якимова // Актуальные вопросы науки и практики : сборник научных статей по материалам XII Международной научно-практической конференции, Уфа, 20 июня 2023 года. Том Часть 1. – Уфа : Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2023. – С. 27-30
 16. Musayeva, Sh. F. About new microbiological treatment method / Sh. F. Musayeva // Булатовские чтения. – 2023. – Vol. 1. – P. 245-247.

REFERENCES

1. Andreev, S. Yu. Biologicheskaya ochistka stochnyh vod na osnove ispol'zovaniya svobodnoplavayushchih v aeracionnom ob'eme aerobnyh mikroorganizmov / S. Yu. Andreev, V. A. Knyazev, K. V. Lebedinskij // Regional'naya arhitektura i stroitel'stvo. – 2023. – № 1(54). – S. 148-155.
2. Dudchenko, M. I. Gidrobiologicheskij sostav aktivnogo ila aerotenkov pri izmenenii himicheskikh po-kazatelej vody / M. I. Dudchenko, L. I. Nikitina, A. A. Dodusov // Nauchno-tekhnicheskoe i ekonomicheskoe so-trudnichestvo stran ATR v XXI veke. – 2023. – Т. 2. – S. 225-228.

3. Zidan, O. D. Mikroorganizmy aktivnogo ila, primenyaemye v oчитске stochnyh vod / O. D. Zidan // Razvitie sovremennoj nauki i obrazovaniya : sbornik statej VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy kon-ferencii, Penza, 27 iyunya 2023 goda. – Penza : Nauka i Prosveshchenie (IP Gulyaev G.Yu.), 2023. – S. 27-29.
4. Ignatenko, A. V. Regeneraciya aktivnogo ila i metody ee kontrolya / A. V. Ignatenko // Himicheskaya bezopasnost'. – 2023. – T. 7, № 1. – S. 59-80.
5. Issledovanie bioty ilovyh otlozhenij / I. V. Medvedeva, P. A. Deminov, S. V. Urazgil'deeva, D. I. Tkacheva // Polevoj sezon–2011: issledovaniya i prirodohrannye dejstviya na osobo ohranyaemyh prirodnyh territoriyah Novgorodskoj oblasti : materialy 2-j regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii, g. Val-daj, 18-19 noyabrya 2011 g. – Velikij Novgorod : pechatnyj dvor «Velikij Novgorod», 2012. – S. 102-103.
6. Medvedeva, I. V. Opredelitel' mikroskopicheskikh obitatelej aktivnogo ila: prilozhenie k prakti-kumu po mikrobiologii / I. V. Medvedeva, G. G. Shvecov, P. A. Dyominov – Moskva : Izdatel'stvo MGOU, 2012. – 26 s.
7. Nezdojminov, V. I. Povyshenie oksislitel'no-vosstanovitel'nogo potencila ilovoj smesi v pro-cesse nitrifikacii / V. I. Nezdojminov, A. V. Mogukalo // Sovremennoe promyshlennoe i grazhdanskoe stroi-tel'stvo. – 2023. – T. 19, № 1. – S. 33-40.
8. Pimenov, V. S. Harakteristika aktivnogo ila pri biologicheskoy oчитске razlichnyh kategorij stochnyh vod / V. S. Pimenov // Aktual'nye problemy stroitel'stva, ZhKH i tekhnosfernoj bezopasnosti : ma-terialy X Vserossijskoj (s mezhdunarodnym uchastiem) nauchno-tekhnicheskoy konferencii molodyh issledo-vatelej, Volgograd, 24–29 aprelya 2023 goda / Pod obshchej redakciej N. Yu. Ermilovoj, I. E. Stepanovoj. – Vol-gograd : Volgogradskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 2023. – S. 249-251.
9. Primenenie biopreparata «Remedion» dlya kompleksnoj bioremediacii kaskadnyh bioprudov do-oчитски oчитsnyh sooruzhenij / D. A. Kurshin, A. M. Abdullaeva, N. D. Ryabuhina, I. V. Medvedeva // Rossij-skij zhurnal Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i ekologii. – 2023. – № 1(45). – S. 77-83. – DOI 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202301011.
10. Primenenie preparata Remedion dlya kompleksnoj oчитски stokov na oчитsnyh sooruzheniyah molo-kopererabatyvayushchego predpriyatiya / D. A. Kurshin, A. M. Abdullaeva, N. D. Ryabuhina, I. V. Medvedeva // Ros-sijskij zhurnal Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i ekologii. – 2024. – № 4(52). – S. 566-574. – DOI 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202404012.
11. Smirnova, M. M. Biologicheskaya oчитски stochnyh vod s ispol'zovaniem membrannogo kompleksa / M. M. Smirnova // Budushchee mashinostroeniya Rossii. 2022 : sbornik dokladov. XV Vserossijskaya konferenciya molodyh uchenyh i specialistov (s mezhdunarodnym uchastiem), Moskva, 21–24 sentyabrya 2022 goda. Tom 2. – Moskva : Izdatel'stvo MGTU im. N. E. Baumana, 2023. – T. 2. – S. 196-200
12. Stolbikova, A. A. Biohimicheskie metody oчитски stochnyh vod / A. A. Stolbikova, A. V. Verem'eva, V. A. Fotieva // Aktual'nye voprosy sovremennoj nauki: teoriya, metodologiya, praktika, innovatika : sbornik nauchnyh statej po materialam X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. V 2 chastyah, Ufa, 03 fevralya 2023 goda. Tom Chast' 2. – Ufa : Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu "Nauchno-izdatel'skij centr "Vestnik nauki", 2023. – T. 2.– S. 202-207.
13. Tulyakova, E. V. Povyshenie effektivnosti oчитски stochnyh vod na stanciyah maloj i srednej pro-izvoditel'nosti / E. V. Tulyakova, Yu. Yu. Yur'ev // Effektivnye tekhnologii v oblasti vodopodgotovki i oчитски v sistemah vodosnabzheniya i vodootvedeniya : materialy III Vserossijskoj studencheskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Volgograd, 16–17 marta 2023 goda. – Volgograd : Volgogradskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 2023. – S. 66-68.
14. Halikova, A. V. Opredelenie kachestva oчитски stochnyh vod metodom bioindikacii / A. V. Haliko-va, T. P. Chudinova // Aktual'nye problemy ekologii i puti ih resheniya: Sbornik nauchnyh trudov Vserossij-skoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, Birsk, 16–18 marta 2023 goda. – Birsk : Birskij filial Ufimskogo universiteta nauki i tekhnologij, 2023. – S. 88-92.
15. Yakimova, K. P. Innovacionnye tekhnologii v obrabotke i oчитске stochnyh vod: analiz effektivno-sti i ekologicheskaya znachimost' / K. P. Yakimova // Aktual'nye voprosy nauki i praktiki : sbornik nauchnyh statej po materialam XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Ufa, 20 iyunya 2023 goda. Tom Chast' 1. – Ufa : Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu "Nauchno-izdatel'skij centr "Vestnik nauki", 2023. – S. 27-30
16. Musayeva, Sh. F. About new microbiological treatment method / Sh. F. Musayeva // Bulatovskie chteniya. – 2023. – Vol. 1. – P. 245-247.

Информация об авторах

1. **Курушин Дмитрий Александрович**, генеральный директор, ООО «ИНТЕРСЭН», 141004, г. Мытищи, ул. Силикатная, д. 19, Московская область, Россия; e-mail: DK@sen.ru.

2. **Абдуллаева Асият Мухтаровна**, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11, Россия; e-mail: Abdullaeva@mgurp.ru.

3. **Семенов Владимир Григорьевич**, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии, Чувашский государствен-

ный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, д. 29, Чувашская Республика, Россия; e-mail: semenov_v.g@list.ru.

4. **Рябухина Наталья Дмитриевна**, главный технолог, ООО «Водопрводно-канализационные системы», 141002, г. Мытищи, ул. Колпакова, д. 20, Московская область, Россия; e-mail: info@mvdk.ru.

5. **Медведева Ирина Валентиновна**, кандидат биологических наук, доцент, руководитель отделения «Медико-биологические исследования», ООО «ИНТЕРСЭН», 141004, г. Мытищи, ул. Силикатная, д. 19, Московская область, Россия; e-mail: medvedeva@sen.ru.

Information about authors

1. **Kurshin Dmitry Alexandrovich**, General Director, INTERSEN LLC, 141004, Mytishchi, Silikatnaya str., 19, Moscow region, Russia; e-mail: DK@sen.ru.

2. **Abdullayeva Asiyat Mukhtarovna**, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise and Biological Safety, Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), 125080, Moscow, Volokolamsk Highway, 11, Russia; e-mail: Abdullaeva@mgupp.ru.

3. **Semenov Vladimir Grigoryevich**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, K. Marx str., 29, Chuvash Republic, Russia; e-mail: semenov_v.g@list.ru.

4. **Ryabukhina Natalia Dmitrievna**, Chief Technologist, LLC «Water supply and sewerage systems», 141002, Mytishchi, Kolpakova str., 20, Moscow region, Russia; e-mail: info@mvdk.ru.

5. **Medvedeva Irina Valentinovna**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Biomedical Research, INTERSEN LLC, 141004, Mytishchi, Silikatnaya str., 19, Moscow region, Russia; e-mail: medvedeva@sen.ru.

Вклад авторов

Куршин Д. А. – анализ и статистическая обработка полученных данных, участие в написании статьи.

Абдуллаева А. М. – анализ полученных данных, редактирование статьи.

Семенов В. Г. – анализ полученных данных, редактирование статьи.

Рябухина Н. Д. – участие в опытно-промышленных испытаниях.

Медведева И. В. – участие в опытно-промышленных испытаниях и написании статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Kurshin D. A. – analysis and statistical processing of the data obtained, participation in writing the article.

Abdullayeva A. M. – analysis of the data obtained, editing of the article.

Semenov V. G. – analysis of the received data, editing of the article.

Ryabukhina N. D. – participation in pilot industrial tests.

Medvedeva I. V. – participation in pilot industrial tests and writing an article.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.02.2025. Одобрена после рецензирования 03.03.2025. Дата опубликования 28.03.2025.

The article was received by the editorial office on 10.02.2025. Approved after review on 03.03.2025. Date of publication: 28.03.2025.