

separating sieves with square holes made it possible to reduce specific energy consumption by 38 %. The studies of determining the flowability of crushed grain have shown that the throughput of the crusher hopper increases by 12 % when the angle of natural slope of the bulk grain material decreases from  $\varphi = 35...40^\circ$  to  $\varphi = 30...35^\circ$ . The obtained results of preliminary studies of the cyclone separator with punched square holes indicate that the use of this type of sieves has a significant impact on the technological performance of the grain crusher and further research is required to determine the optimal design and technological parameters.

**Key words:** separating sieve, grinding module, hammer crusher, dirt.

**For citation:** Fedorov O. S., Shirobokov V. I., Soboleva E. N. Investigation of effect of the geometric shape of holes in a separating sieve on operation parameters of a grain hammer crusher. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2024; 3(79): 144-150. (In Russ.). [https://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2024\\_3\\_144-150](https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_3_144-150).

#### Authors:

**O. S. Fedorov**<sup>✉</sup>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0001-6079-6897>;

**V. I. Shirobokov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-5091-1190>;

**E. N. Soboleva**, Senior Lecturer

Udmurt State Agricultural University, 11 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069

<sup>✉</sup>fos1973@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 20.11.2023; одобрена после рецензирования 20.05.2024;

принята к публикации 06.09.2024.

The article was submitted 20.11.2023; approved after reviewing 20.05.2024; accepted for publication 06.09.2024.

Научная статья

УДК 628.3

DOI 10.48012/1817-5457\_2024\_3\_150-156

## ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ: ИННОВАЦИИ И РЕШЕНИЯ

Храмешин Роман Алексеевич<sup>1</sup>, Волхонов Михаил Станиславович<sup>2</sup>,  
Храмешин Алексей Валерьевич<sup>3</sup><sup>✉</sup>

<sup>1,3</sup>Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, Караваево, Россия

<sup>3</sup>rcabx@mail.ru

**Аннотация.** Основными источниками загрязнения и засорения акватории являются сточные воды промышленных и перерабатывающих предприятий, в том числе пищевых производств, недостаточно очищенные, содержащие химические, животные и растительные остатки. Загрязняющие вещества, попадая в водоемы, приводят к качественным изменениям воды: ее физических и химических свойств, состава, накопления вредных веществ, и ухудшают экологическое состояние. Целесообразно производить обезвреживание сточных вод на станциях микробиологической очистки с последующим использованием очищенной воды в технологическом процессе, например, в системах оборотного водоснабжения либо замкнутых системах водоснабжения, при которых исключается сброс каких-либо вод без очистки. Целью данной работы было исследование вопросов совершенствования технологии очистки стоков пищевых производств на основе элементов микробиологии, их соответствие санитарно-эпидемиологическим критериям и определение направлений реализации решений на перерабатывающих предприятиях. В процессе работы были выполнены исследования процесса очистки стоков пищевых производств на примере стоков перерабатывающих предприятий. Предложена структурная схема, разработан и изготовлен модуль стабилизации биологии. В процессе работы модуля удалось не только восстановить работу ряда очистных сооружений, но и полностью ликвидировать грибвидные заражения различной степени сложности. Эти результаты открыли новое направление для контроля активности грибвидных масс и перспективы целевого применения грибных комплексов. Так, в экспери-

ментальной малогабаритной двухконтурной локализованной станции были получены высокие результаты очистки молочных стоков с величины загрязнения БПК 2650 ед. до 20 ед. без применения химических коагулянтов и флокулянтов. Данное технологическое решение также позволит решить вопросы оборотного водоснабжения для овощеперерабатывающих и консервных заводов.

**Ключевые слова:** вода, очистка, сток, микробиология, бактерии, грибок, проба, загрязняющие вещества, кислород, источник, система, объект, технология, пищевое производство, структура, качество, безопасность.

**Для цитирования:** Храмушин Р. А., Волхонов М. С., Храмушин А. В. Технологии очистки: инновации и решения // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3(79). С. 150-156. [https://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2024\\_3\\_150-156](https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_3_150-156).

**Актуальность.** В конце XIX в. врач И. А. Слободской, работающий на Воткинском заводе, обратил внимание на качество воды. Он брал пробы из родников, рек Сивы и Камы, а также из Воткинского пруда и подвергал их химическому анализу. В своих записях он отмечает, что прудовая вода содержит множество инфузорий и яйца глистов, живущих в кишечнике человека. В прудовой воде обнаружены эти загрязнения, в то время как вода рек Сивы и Камы не отражает таких признаков. Поэтому прудовая вода не рекомендуется для употребления в пищу или для питья, поскольку она не соответствует элементарным гигиеническим требованиям [4].

Любые изменения физических, химических и биологических характеристик, происходящие в водоемах вследствие воздействия стоков, содержащих жидкие, твердые и газообразные вещества, делают воду опасной, наносят ущерб экологии, создают угрозу безопасной жизнедеятельности.

Самочувствие, настроение, долголетие тесно взаимосвязаны между собой за счет внутренней водной среды организма, потому что, проникая в ткани, вода с окислительно-восстановительным потенциалом – ОВП (+150 – +400) отнимает электроны от клеток, из-за чего нарушаются функции внутренних органов, изнашивая организм в целом. Замедлить процесс можно, употребляя воду с ОВП, совпадающим с внутренней средой, обеспечивающей защитно-восстановительные свойства [1]. Работы отечественных ученых и стран СНГ, зарубежных центров и лабораторий исследования водных ресурсов подтверждают данное утверждение.

Замечено ценное явление природы: способность воды к установлению биологического равновесия и самоочищения. Скорость самоочищения [7, 9] и разложения загрязнений зависит от температуры, доступа кислорода, факторов микробиологической активности.

Недопустимость сброса стоков в водоемы объясняется распадом лактозы и закисанием при хранении загрязненных сточных вод (СВ),

в которых присутствуют и промывочные. Разработка технологий очистки СВ пищевой и перерабатывающей промышленности является актуальной задачей для защиты окружающей среды и водных источников (рис. 1) [3].

**Предметом исследования** являются системы и явления при очистке сточных вод пищевых производств.

**Целью исследования** стало получение устойчивой очистки стоков пищевых производств с применением модуля стабилизации биологии на примере стоков перерабатывающих предприятий.

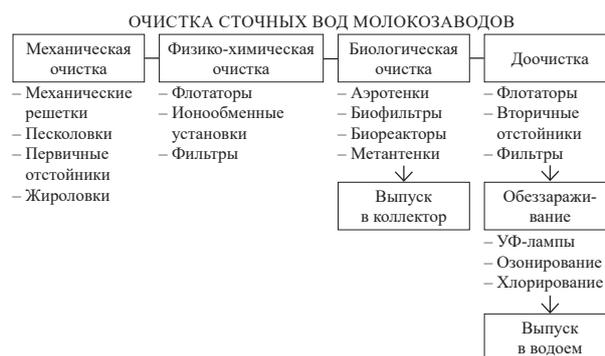


Рисунок 1 – Схема очистки СВ молокозаводов [3]

В существующих системах очистки канализационных стоков [6, 8, 10], включающих аэробные и анаэробные стадии, регулярно наблюдается такое вредное явление, как нарушение биологического цикла переработки поступающих стоков бактериями, вызывающее цепную реакцию и как следствие, существенное ухудшение показателей сброса стоков уже на выходе после всех ступеней очистки. Часто это сопряжено именно с нарушениями, связанными с существенными изменениями состава поступающих стоков, объемами поступления.

Исследования показали, что модуль наведенного электрического поля импульсного характера (МНЭПИХ) или модуль стабилизации биологии (МСБ), расположенный в усреднителе, является эффективным инструментом создания водной структуры (рис. 2) [2].

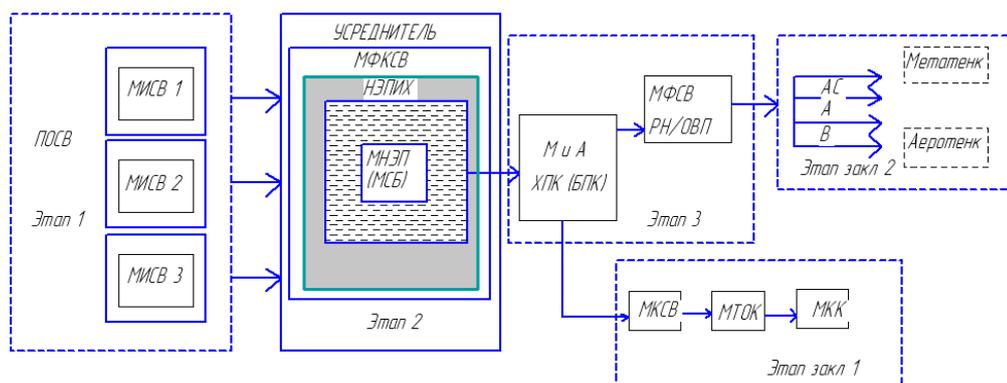


Рисунок 2 – Структурная схема с предлагаемым решением (этап 2):

ПОСВ – первичный отстойник сточных вод; МИСВ (1, 2, 3) – модули исходных сточных вод: МИСВ 1 – душевые, МИСВ 2 – моечные, МИСВ 3 – санузлы; НЭПИХ – наведенное электрическое поле импульсного характера; МНЭП – модуль наведенного электрического поля; МСБ – модуль стабилизации биологии; МФКСВ – модуль фильтрации концентрации сточных вод; МиА – мешалки и аэраторы; ХПК – химическое потребление кислорода; БПК – биологическое потребление кислорода; МФСВ – модуль фильтрации сточных вод; АС – анаэробное сбраживание; А – аэрация; В – внесение; МКС – модуль концентрации сточных вод; МТОК – модуль термического обезвреживания концентрата; МКК – модуль компостирования концентрата

Воздействие электрического поля позволяет управлять процессами любых биологических систем вне зависимости от их характеристик, допуская присутствие в составах сред агрессивных химических элементов, контролируемых показателей по таблице 1.

Таблица 1 – Контролируемые показатели и приборы контроля

Наименование	Контролируемый показатель
Электролизер	Аммиак, сероводород, органические (бактерии, грибки, плесень) и нефтеорганические (бензин, масла) загрязнения, тяжелые металлы, нитраты, нитриты, пестициды, железо, ржавчина
TDS метр	Общий уровень минерализации жидкости, количество растворенных солей
pH-метр	Кислотно-щелочное равновесие
ОВП метр	Окислительно-восстановительный потенциал воды

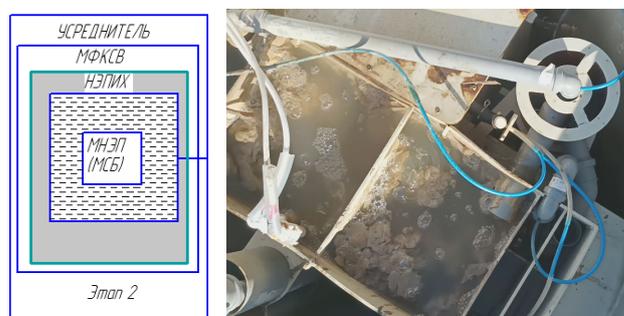


Рисунок 3 – Структурная схема модуля стабилизации биологии и его работа



Рисунок 4 – Стабилизация микробиологических процессов

Для исследования и последующего использования эффекта стабилизации микробиологических процессов, протекающих в очистных сооружениях, специалистами организаций ООО НПО «Спираль» и ООО НПО «АК ТАНДЕМ» был изготовлен специальный модуль (рис. 3–6).

Он автоматизирован, имеет малое энергопотребление и может быть встроен в системы проточной подачи очищаемой среды без внесения существенных изменений (рис. 1) в конструкцию очистных сооружений [2].



Рисунок 5 – Модуль биологической стабилизации с грибной субстанцией



Рисунок 6 – Грибная субстанция в процессе работы модуля

Импульсное воздействие с достаточно эффективной пиковой мощностью и малым энергопотреблением приводит к формированию в протекающей среде структур, корректирующих постоянно изменяющийся баланс биологических систем.

Это приводит к ускорению биологических процессов, а следовательно, к общей стабилизации работы очистных сооружений в период всего срока эксплуатации, что также позволяет увеличить пропускную способность и переработку СВ перегруженных очистных сооружений.

**Материал и методы исследований.** Для проведения работы брались пробы СВ со следующими физико-химическими характеристиками и контролируруемыми параметрами (табл. 2).

Таблица 2 – Состав проб СВ перерабатывающего производства

Контролируемый показатель	Величина, критерий оценки
pH	4,1–5,4
O <sub>2</sub> , мг/л	0,5–1
Массовая доля взвешенных веществ, мг/л	350–1750
Массовая доля сухого остатка, мг/л	3150–4500
ХПК, мгO <sub>2</sub> /л	1550–3550
БПК, мгO <sub>2</sub> /л	1450–2650
Содержание жиров, мг/л	830–1650
Органолептические свойства	Затхлый запах

Для комплексной оценки использовался индекс загрязнения вод (ИЗВ), рассчитанный как среднее из превышений ПДК по шести показателям: растворенному кислороду, органическим веществам, определяемым по биохимическому потреблению кислорода за 5 суток (БПК<sub>5</sub>) и четырем ингредиентам с наибольшим превышением ПДК (табл. 3).

Таблица 3 – Комплексная оценка СВ [5]

Наименование	Контролируемый показатель
Индекс загрязнения вод	$ИЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ПДК_i}$
Требуемая степень очистки СВ	$n = \frac{qS - ПДС}{qS} 100$
Предельно допустимый сброс, г/м <sup>3</sup>	$ПДС = qC_{ПДС}$ $C_{ПДС} = K(ПДКe^{kt} - C_{\phi}) + C_{\phi}$
Остаточная концентрация загрязнений, мг/л	$S_{np} = \frac{Q_{об}}{Q_{np}}(S_{см} - S_{\phi}) + S_{\phi}$
Концентрация загрязняющих веществ в смеси производственных и бытовых СВ предприятия, мг/л	$S_{см} = \frac{100S_{об}}{100 - A}$

БПК включалось в расчет в обязательном порядке, так как с увеличением содержания легкоокисляемых веществ качество вод резко снижается. Другие показатели выбирались независимо от лимитирующего показателя вредности, при равенстве концентраций предпочтение отдано веществам, имеющим токсикологический признак вредности.

Работу проводили с пробами прикрепленного и свободноплавающего активного ила (рис. 7). Пробы отбирали с одним и с двумя последовательными денитрификаторами (1-я и 2-я ступени).

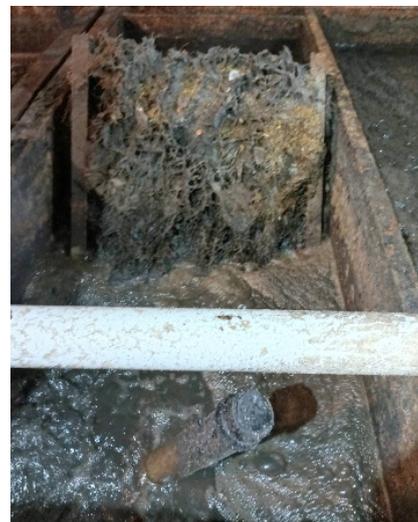


Рисунок 7 – Образцы с обрастаниями

Для лабораторного контроля исходной СВ перерабатывающего завода анализировались параметры: pH ГОСТ 27979 Метод определения pH; ХПК ГОСТ 31859-2012 Вода. Метод определения химического потребления кислорода; БПК ПНД Ф 14.1;2;3;4.123-97 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений биохимической по-

требности в кислороде после  $n$ -дней инкубации (БПК<sub>полн</sub>), РД 52.24.420-2006.

Было исследовано пять образцов ершей с обрастаниями и два образца дисперсного ила. Пробы отбирали четыре раза с интервалом шесть месяцев. Отобранные образцы немедленно помещали в сосуды объемом 1–3 л, заливали очищенной водой, герметично закрывали и транспортировали в сумке-термостате. В лаборатории до постановки опытов без консервации их хранили при 4 °С не более 6 часов.

**Результаты исследования.** После оценки ИЗВ сбрасываемая вода на выходе, в самом отстойнике и щебеночной закладке без дополнительной специальной очистки стала соответствовать II классу качества по уровню загрязненности с величиной растворенного кислорода 4–8 мг/л (табл. 4).

Таблица 4 – Показатели СВ до и после воздействия МСБ

Контролируемый показатель	Величина, критерий оценки	
	до МСБ	после МСБ
рН	4,1–5,4	6,5–8,5
ХПК, мгО <sub>2</sub> /л	1550–3550	127–156
БПК, мгО <sub>2</sub> /л	1450–2650	14–20
О <sub>2</sub> , мг/л	0,5–1,0	4–8
Уровень загрязненности воды, с % насыщения растворенного кислорода	Грязные – 30 %, очень грязные – 0 %	Чистые – 75–80 %, умеренно загрязненные – 65–70 %
Класс качества	VI-V	III-II
Запах	Затхлый (характер – гнилостный, плесневелый, сероводородный)	Почти отсутствует (очень слабый)
Оценка интенсивности запаха	V – настолько сильный, что делает воду непригодной для применения	I – не замечаем, но обнаруживается при тщательном исследовании (при нагреве образца пробы)

**Вывод.** В экспериментальной малогабаритной двухконтурной локализованной станции были получены результаты очистки сточных вод с величины загрязнения БПК 2650 ед. до 20 ед., ХПК 3550 ед. до 156 ед. без применения химических коагулянтов и флокулянтов, что обеспечило норматив на окисляемость для водоемов хозяйственно-питьевого назначения 15 мг О<sub>2</sub>/л, водородный показатель в интервале рН 6,5–8,5, при этом отсутствовал зат-

хлый запах. Таким образом, технология очистки с применением модуля стабилизации биологии позволит не только восстановить работу ряда очистных сооружений, но и полностью ликвидировать грибovidные заражения различной степени сложности.

Эти результаты открывают новое направление для контроля активности грибovidных масс, а следовательно, перспективы целевого применения грибных комплексов. Ведутся активные поиски оптимизации процесса применения биологических высокопроизводительных самовосстанавливающихся фильтров. Инновационные направления разрабатываемой технологии показали свою эффективность и готовы для внедрения на очистных сооружениях пищевых и перерабатывающих производств перед сбросом сточных вод в водные источники.

#### Список источников

1. Водные ресурсы Удмуртии / Р. А. Храмушин, Н. Н. Тимерханова, А. В. Храмушин, М. А. Эндерс // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академией, Ижевск, 11–13 ноября 2020 г. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. С. 353–357. EDN QELJNA.
2. К вопросу о совершенствовании технологии и процесса работы хозяйственно-бытовых очистных сооружений / А. В. Храмушин, К. О. Фирус, А. Б. Спиридонов [и др.] // АгроЭкоИнфо. 2022. № 3 (51). DOI 10.51419/202123328. EDN HWWWQN.
3. Очистка сточных вод молочной промышленности [Электронный ресурс] / НПО «Агростройсервис»: сайт. URL: <https://acs-nnov.ru/ochistka-stochnyh-vod-molochnoj-promishlennosti.html> (дата обращения 07.06.2024).
4. Спасский И. А. Санитарные очерки Воткинского завода. Вятка, 1904. 158 с.
5. Сурикова Т. Б. Экологический мониторинг. Старый Оскол: ТНТ, 2013. 343 с.
6. Храмушин А. В., Игнатьев С. П. Предпроектный этап реконструкции очистных сооружений свиноводческих комплексов // Современный научный вестник. 2014. № 1 (197). С. 51–53. EDN STLRUT.
7. Храмушин А. В., Игнатьев С. П., Храмушин Р. А. Пути решения проблемы утилизации сточных вод животноводческих предприятий АПК // Экологическая безопасность и культура – требование современности перспективы: сборник научных трудов, Уфа, 10–11 октября 2014 г. / Уфимский государственный университет экономики и сервиса. Уфа: Уфимский государственный университет экономики и сервиса, 2014. С. 173–179. EDN RUFAYN.

8. Храмешин Р. А. Моделирование технологии очистки оборудования, моющие растворы и их применение при производстве картофелепродуктов // *АгроЭкоИнфо*. 2020. № 2 (40). С. 21. EDN XISSJC.

9. Храмешин Р. А., Волхонов М. С., Храмешин А. В. Обоснование конструкции и основных параметров модуля очистки сортирующей поверхности // *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. 2023. № 3 (75). С. 69–75. DOI 10.48012/1817-5457\_2023\_3\_69-75. EDN XRKNSV.

10. Храмешин Р. А., Игнат'ев С. П., Храмешин А. В. К вопросу о реконструкции очистных сооружений животноводческих комплексов // *Наука, инновации и образование в современном АПК: материалы Международной научно-практической конференции: в 3-х томах, Ижевск, 11–14 февраля 2014 г.* Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. С. 189–191.

## References

1. Vodnye resursy Udmurtii / R. A. Hrameshin, N. N. Timerhanova, A. V. Hrameshin, M. A. Enders // *Razvitie inzhenerного obrazovaniya i ego rol' v tekhnicheskoy modernizacii APK: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoy 65-letiyu podgotovki inzhenerov-mekhanikov Izhevskoy gosudarstvennoy sel'skohozyajstvennoy akademii*, Izhevsk, 11–13 noyabrya 2020 g. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2021. S. 353–357. EDN QELJNA.

2. K voprosu o sovershenstvovanii tekhnologii i processa raboty hozyajstvenno-bytovyh ochistnyh sooruzhenij / A. V. Hrameshin, K. O. Firus, A. B. Spiridonov [i dr.] // *АгроЭкоИнфо*. 2022. № 3 (51). DOI 10.51419/202123328. EDN HWWWQN.

3. Ochistka stochnyh vod molochnoj promyshlennosti [Elektronnyj resurs] / NPO «Аgrostrojservis»: сайт. URL: [https://acs-nnov.ru/ochistka-stochnyh-vod-](https://acs-nnov.ru/ochistka-stochnyh-vod-molochnoj-promyshlennosti.html)

[molochnoj-promyshlennosti.html](https://acs-nnov.ru/ochistka-stochnyh-vod-molochnoj-promyshlennosti.html) (data obrashcheniya 07.06.2024).

4. Spasskij I. A. Sanitarnye ocherki Votkinskogo zavoda. Vyatka, 1904. 158 s.

5. Surikova T. B. *Ekologicheskij monitoring*. Staryj Oskol: TNT, 2013. 343 s.

6. Hrameshin A. V., Ignat'ev S. P. Predproektnyj etap rekonstrukcii ochistnyh sooruzhenij svinovodcheskih kompleksov // *Sovremennyy nauchnyj vestnik*. 2014. № 1 (197). S. 51–53. EDN STLRTU.

7. Hrameshin A. V., Ignat'ev S. P., Hrameshin R. A. Puti resheniya problemy utilizacii stochnyh vod zhivotnovodcheskih predpriyatij APK // *Ekologicheskaya bezopasnost' i kul'tura – trebovanie sovremennosti perspektivy: sbornik nauchnyh trudov*, Ufa, 10–11 oktyabrya 2014 g. / Ufimskij gosudarstvennyj universitet ekonomiki i servisa. Ufa: Ufimskij gosudarstvennyj universitet ekonomiki i servisa, 2014. S. 173–179. EDN RUFAYH.

8. Hrameshin R. A. Modelirovanie tekhnologii ochistki oborudovaniya, moyushchie rastvory i ih primeneniye pri proizvodstve kartofeleproduktov // *АгроЭкоИнфо*. 2020. № 2 (40). С. 21. EDN XISSJC.

9. Hrameshin R. A., Volhonov M. S., Hrameshin A. V. Obosnovanie konstrukcii i osnovnyh parametrov modulya ochistki sortiruyushchej poverhnosti // *Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy sel'skohozyajstvennoy akademii*. 2023. № 3 (75). S. 69–75. DOI 10.48012/1817-5457\_2023\_3\_69-75. EDN XRKNSV.

10. Hrameshin R. A., Ignat'ev S. P., Hrameshin A. V. K voprosu o rekonstrukcii ochistnyh sooruzhenij zhivotnovodcheskih kompleksov // *Наука, innovacii i obrazovanie v sovremennom APK: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii: v 3-h tomah*, Izhevsk, 11–14 fevralya 2014 g. Izhevsk: FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA, 2014. S. 189–191.

## Сведения об авторах:

**Р. А. Храмешин**<sup>1</sup>, преподаватель-исследователь, магистр;

**М. С. Волхонов**<sup>2</sup>, доктор технических наук, профессор;

**А. В. Храмешин**<sup>3✉</sup>, кандидат технических наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-7050-4912>

<sup>1,3</sup>Удмуртский ГАУ, ул. Студенческая, 9, Ижевск, Россия, 426069

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, Учебный городок, 34, пос. Караваяево, Костромская область, Россия, 156530

<sup>3</sup>pcabx@mail.ru

Original article

## PURIFICATION TECHNOLOGIES: INNOVATIONS AND SOLUTIONS

**Roman A. Khrameshin**<sup>1</sup>, **Mikhail S. Volkhonov**<sup>2</sup>, **Alexey V. Khrameshin**<sup>3✉</sup>

<sup>1,3</sup>Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia

<sup>2</sup>Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo, Russia

<sup>3</sup>pcabx@mail.ru

**Abstract.** *The main sources of pollution and clogging of the water area are insufficiently treated wastewater with chemical, animal and plant residues from industrial and processing enterprises, including food production. Pollutants entering water bodies cause the qualitative changes in water: in physical and chemical properties,*

*composition, accumulating harmful substances and declining the ecological state. It is advisable to conduct wastewater disinfection at bacteriological purification stations with the subsequent use of purified water in the technological process, for example, in recycling water supply systems or in-plant water recycling systems in which the discharge of any water without treatment is excluded. The purpose of this work was to study the issues of improving the technology of wastewater treatment from food production based on elements of microbiology, their compliance with sanitary and epidemiological criteria and to determine directions for implementing solutions at processing enterprises. The research studied the process of cleaning wastewater from food production by the example of wastewater from processing plants. A block diagram was proposed, a biological stabilization module was developed and manufactured. During the module operation it was possible not only to restore the operation of a number of waste treatment facilities, but also to eliminate completely fungal infections of various degrees of complexity. These results launched a new direction for controlling the activity of fungous masses, and the prospects for the target application of fungous complexes. For example, the experimental small-sized two-stage localized station had the high results of the purification of dairy wastewater from a BOD contamination level of 2650 units to 20 units without the use of chemical coagulants and flocculants. This technological design will also resolve the issues of recycling water supply for vegetable processing and canning factories.*

**Key words:** water, purification, wastewater, microbiology, bacteria, fungus, sample, pollutants, oxygen, source, system, object, technology, food production, structure, quality, safety.

**For citation:** Khrameshin R. A., Volkhonov M. S., Khrameshin A. V. Purification technologies: innovations and solutions. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2024; 3(79): 150-156. (In Russ.). [https://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2024\\_3\\_150-156](https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_3_150-156).

#### Authors:

**R. A. Khrameshin**<sup>1</sup>, Lecturer-Researcher, Master;

**M. S. Volkhonov**<sup>2</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor;

**A. V. Khrameshin**<sup>3</sup>✉, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,

<https://orcid.org/0000-0002-7050-4912>

<sup>1,3</sup>Udmurt State Agricultural University, 9 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069

<sup>2</sup>Kostroma State Agricultural Academy, 34 Uchebniy gorodok, Karavaevo, Kostroma region, Russia, 156530

<sup>3</sup>pcabx@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.01.2024; одобрена после рецензирования 03.07.2024; принята к публикации 06.09.2024.

The article was submitted 10.01.2024; approved after reviewing 03.07.2024; accepted for publication 06.09.2024.