

DOI: 10.22363/2313-2310-2025-33-4-430-439

EDN: HOWJBC

УДК 573.6:628.353

Научная статья / Research article

## Вермифильтрационный способ биологической очистки воды в рециркуляционных установках

В.С. Федорова<sup>1</sup>✉, С.С. Швыдченко<sup>2</sup>, А.В. Власенко<sup>1</sup>,  
И.А. Дубовик<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Донбасский государственный технический университет, Алчевск, Российская Федерация

<sup>2</sup>Донбасский научно-исследовательский институт экотехнологий, Алчевск, Российская Федерация

✉ fvs.valeri.f@yandex.ru

**Аннотация.** Разработана пилотная установка для комплексной очистки оборотной воды и утилизации отходов в интегрированной мультитрофной рециркуляционной системе аквакультуры способом вермифильтрации с использованием еврокубов. Проанализированы эффективность устройства в процессах регенерации оборотной воды и возможность получения из отходов аквакультуры дополнительной органической продукции — биомассы компостных червей и органического удобрения вермикомпост. Доказано, что вермибиофильтрация в существенной мере снижала в оборотной воде такие неблагоприятные продукты метаболизма, как аммонийный азот, нитриты, нитраты и фосфаты, что связано с потреблением и разложением компостными червями, почвенными микроорганизмами и микрофлорой биофильтра перечисленных соединений в процессе своего метаболизма. При этом отмечено улучшение качества воды, что создает благоприятную среду обитания и положительно воздействует на здоровье рыб, повышая жизнеспособность и продуктивность рыбной популяции.

**Ключевые слова:** вермибиофильтр, эрлифтный сепаратор, вермифильтр, биофильтр, аквакультура, вермикультура, вермикомпост, компостные черви

**Вклад авторов.** Федорова В.С. — написание текста, оформление статьи. Швыдченко С.С. — концепция и интерпретация результатов исследования. Власенко А.В. — монтажные и пуско-наладочные работы. Дубовик И.А. — исследование продуктивности и содержание вермикультуры, химический анализ воды, уход за аквакультурой. Все авторы ознакомлены с окончательной версией статьи и одобрили ее.

**История статьи:** поступила в редакцию 12.04.2024; доработана после рецензирования 21.07.2025; принята к публикации 13.08.2025.

**Заявление о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© Федорова В.С., Швыдченко С.С., Власенко А.В., Дубовик И.А., 2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

**Для цитирования:** Федорова В.С., Швыдченко С.С., Власенко А.В., Дубовик И.А. Вермифльтрационный способ биологической очистки воды в рециркуляционных установках // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2025. Т. 33. № 4. С. 430–439. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2025-33-4-430-439>

## Vermifiltration method of biological water purification in recycling plants

Valeria S. Fedorova<sup>1</sup>✉, Sergey S. Shvydchenko<sup>2</sup>, Alexey V. Vlasenko<sup>1</sup>, Irina A. Dubovik<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Donbass State Technical University, Alchevsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Scientific Research Institute of Ecotechnologies, Alchevsk, Russian Federation

✉ fvs.valeri.f@yandex.ru

**Abstract.** A pilot plant has been developed for complex treatment of recycled water and waste disposal in an integrated multitrophic aquaculture circulation system by vermifiltration using eurocubes. The efficiency of the plant in the processes of recycling water regeneration and the possibility of obtaining additional organic products from aquaculture waste — biomass of compost worms and organic fertilizer vermicompost are analyzed. It has been proved that vermibiofiltration significantly reduced such unfavorable metabolic products as ammonium nitrogen, nitrites, nitrates and phosphates in recycled water, which is associated with the consumption and decomposition of these compounds by compost worms, soil microorganisms and microflora of the biofilter of these compounds during their metabolism. At the same time, an improvement in water quality was observed, which creates a favorable habitat and has a positive effect on fish health, increasing the viability and productivity of the fish population.

**Keywords:** vermibiofilter, airlift separator, vermifilter, biofilter, aquaculture, vermiculture, vermicompost, compost worms

**Authors' contribution.** V.S. Fedorova — text writing, design of the article. S.S. Shvydchenko — concept and interpretation of the research results. A.V. Vlasenko — installation and commissioning. I.A. Dubovik — chemical analysis of water, aquaculture caring, studying the productivity and content of vermiculture. All authors have read and approved the final version of the manuscript.

**Article history:** received 12.04.2024; revised 21.07.2025; accepted 13.08.2025.

**Conflicts of interest.** The authors declare no conflicts of interest.

**For citation:** Fedorova VS, Shvydchenko SS, Vlasenko AV, Dubovik IA. Vermifiltration method of biological water purification in recycling plants. RUDN Journal of Ecology and Life Safety. 2025;33(4):430–439. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2025-33-4-430-439>

## Введение

Переход к высокопродуктивному и экологически чистому аквахозяйству с использованием инновационных технологий — одно из приоритетных направлений государственной программы научно-технологического развития

Российской Федерации<sup>1</sup>. Рециркуляционные аквакультурные системы (РАС) — это прогрессивный интенсивный способ получения рыбопродукции в контролируемых условиях с многократным повторным использованием воды [1]. Успешное применение технологии обеспечивается системами очистки воды и зависит от качества кормов. Используемые технологии очистки воды экологически и экономически недостаточно эффективны. Основной белковый компонент кормов — рыбная мука — из-за сократившихся выловов рыбы и перехода к органической аквакультуре требует альтернативной замены. Обе проблемы актуальны и обуславливают устойчивое развитие аквакультуры<sup>2</sup>.

В этой связи вызывает интерес инновационная технология вермифильтрации, основанная на способности компостных червей поглощать и трансформировать в безопасные продукты органические поллютанты, содержащиеся в сточных водах. Технология экологически безопасна, обеспечивает полную регенерацию воды, получение кормовой биомассы компостных червей и натурального органического удобрения вермикомпост. Применяется во многих странах для очистки сточных вод, содержащих органические отходы [2–5].

В аквакультуре вермифильтрация практически не используется. Области применения ограничиваются использованием вермикомпоста для удобрения рыбоводных водоемов [6] или употребления компостных червей в составе кормовых смесей [7]. Одиночные работы посвящены использованию отходов жизнедеятельности рыб для производства вермикомпоста<sup>3</sup> [8]. АНО «Дон-НИИ экотехнологий» предложена конструкция вермибиофльтрационного модуля для очистки оборотной воды РАС.

**Цель исследования** — экспериментальная оценка опытного образца вермибиофилтра комплексной очистки воды в рециркуляционной системе аквакультуры.

## Материалы и методы

Прототипом вермибиофилтра послужила пилотная установка для очистки сточных вод способом вермифильтрации с использованием еврокубов — пластиковых контейнеров кубической формы объемом один куб. м<sup>4</sup>. В нашей

<sup>1</sup> Постановление Правительства РФ от 29 марта 2019 г. № 377 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации „Научно-технологическое развитие Российской Федерации“» (с изменениями и дополнениями) // Собрание законодательства РФ. 2019. № 14. Ст. 1631.

<sup>2</sup> Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2020. Меры по повышению устойчивости / ФАО. Рим : Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, 2020. 223 с.

<sup>3</sup> Патент 2738382, Российская Федерация, МПК А01G 31/00. Способ совместного выращивания объектов аквабиоккультуры и растений / Матишов Г.Г. ; заявитель и патентообладатель : Федеральный исследовательский центр «Южный научный центр Российской академии наук». № 2019106291 ; заявл. 22.12.2016 ; опубл. 11.12.2020. Бюл. № 34. 19 с.

<sup>4</sup> Патент 30997 Республика Казахстан, МПК C02F 3/32. Способ очистки сточных вод : заявл. 11.03.2013 ; опубл. 15.03.2016 / Титов И.Н., Кан В.М., Титов Н.Н. Бюл. № 3. 5 с.

рециркуляционной установке для монтажа вермибиофильтрационного модуля еврокуб предварительно разрезали в поперечном сечении на две части в соотношении 3 : 1. Нижнюю часть высотой 0,75 м, установленную на поддоне, загружали наполнителем для развития микрофлоры и использовали в роли биологического фильтра. Верхнюю часть — собственно вермифильтр — высотой 0,25 м помещали поверх биофильтра, заполняли субстратом с вермикulturой и применяли для механической фильтрации и влажного вермикомпостирования.

Исследовали адаптацию вермикультуры к питательному субстрату на основе отходов аквакультуры, которые представляли собой отсепарированную в эрлифтном сепараторе суспензию, содержащую остатки корма, рыбные фекалии, взвешенные частицы и детрит. Отходы наносили однородным слоем поверх субстрата, поддерживая относительную влажность в пределах 75 %. Исходным субстратом служил грунт «Универсальный» (производитель ООО «Terra Vita»), в который заселяли колонию взрослых компостных червей *Eisenia foetida* (гибрид «Старатель») из расчета 500 экз./м<sup>2</sup>. Для обогащения субстрата углеводами и микроэлементами и нормального развития вермикультуры субстрат инокулировали суспензией микроводоросли *Chlorella vulgaris*.

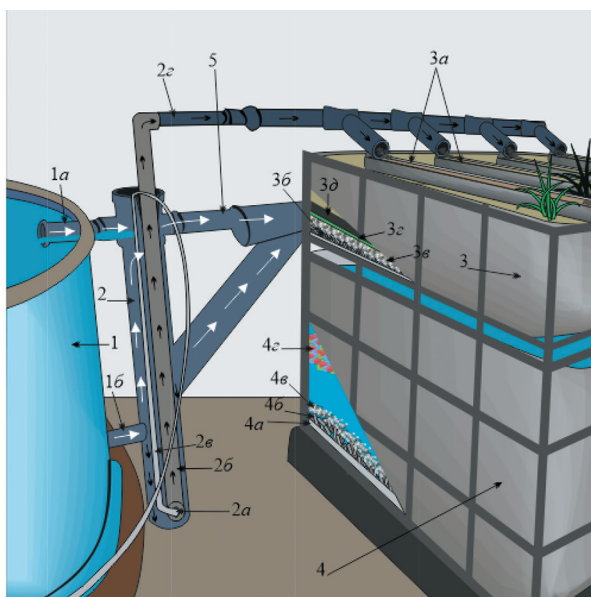
Продолжительность эксперимента — 90 сут. По общепринятым методам оценивали качество очищенной воды [9], визуально подсчитывали количество компостных червей. Статистическую обработку результатов проводили с использованием прикладной программы Microsoft Office Excel 2003.

## Результаты и обсуждение

**Принцип работы вермибиофильтра** схематически показан на рис. 1. Вода из рыбоводного бассейна 1 через верхний боковой 1а и центральный придонный 1б сливы поступает в эрлифтный сепаратор 2. В нижней части сепаратора 2а скапливаются твердые отходы аквакультуры, которые по трубе 2б эрлифта под действием воздуха, нагнетаемого по воздуховоду 2в, в виде суспензии по трубе 2г подаются в вермифильтр 3 через систему распределительных желобов 3а. На дно вермифильтра послойно уложен керамзит 3б и мелкий гравий 3в, поверх которых на полимерной сетке 3г насыпан слой субстрата с вермикulturой 3д. Через отверстия в днище вермифильтра 3 обогащенная органогенными веществами вода стекает в биофильтр 4, в нижней части которого установлено перфорированное фальшдно 4а с двумя слоями крупного 4б и мелкого 4в гравия. Над гравием — плавающая пластиковая биозагрузка 4г. Водный раствор после вермибиофильтра переливом поступает в альгофильтр и далее — в модули с кормовыми гидробионтами мультитрофной РАС. Осветленные бассейновые стоки 5 после эрлифтного сепаратора проходят очистку в отдельном биофильтре и подаются насосом в гидропонный модуль РАС для доочистки и получения дополнительно растительной продукции.

Известные системы очистки сточных вод, основанные на технологии вермифильтрации, имеют различия в конструкции, но общий принцип построения. Вермифильтр состоит из двух частей. Нижняя часть является биологическим фильтром и заполнена твердым наполнителем. Поверх наполнителя размещается слой органического субстрата с популяцией компостных червей [10].

В нашем варианте установки используется пространственное разделение вермибиофильтра на две отдельные функциональные единицы, связанные общим потоком воды. Такое разделение позволяет, с одной стороны, количественно оценить отдельные физические, химические и биологические процессы, протекающие в субстрате под воздействием почвенных организмов и компостных червей, с другой стороны, определить эффективность тех же процессов в экосистеме биофильтра под воздействием биопленочной микрофлоры. Разделение операций – влажное вермикомпостирование и биофильтрация – позволяет независимо оптимизировать протекающие в них процессы, максимизируя производительность каждого компонента системы.



**Рис. 1. Вермибиофильтрационный модуль очистки оборотной воды в РАС:**

1 – бассейн для рыб; 1а – верхний слив; 1б – донный слив; 2 – эрлифтный сепаратор; 2а – нижняя часть сепаратора; 2б – подъемная труба эрлифта; 2в – воздуховод; 2г – отводная труба эрлифта; 3 – вермифильтр; 3а – распределительные желоба; 3б – керамзит; 3в – гравий; 3г – сетка; 3д – субстрат с вермикulturой; 4 – биофильтр; 4а – фальшдно; 4б – крупный гравий; 4в – мелкий гравий; 4г – пластиковая биоагрузка; 5 – сточная труба

Источник: составлено В.С. Федоровой, С.С. Швыдченко, А.В. Власенко, И.А. Дубовик.

**Figure 1. Vermibiofiltration module for treatment of recycled water in RAS**

1 – fish pool; 1а – upper drain; 1б – bottom drain; 2 – airlift separator; 2а – the lower part of the separator; 2б – lift pipe; 2в – air feed; 2г – discharge pipe; 3 – vermifilter; 3а – distribution troughs; 3б – expanded clay; 3в – gravel; 3г – mesh; 3д – substrate with vermiculture; 4 – biofilter; 4а – false bottom; 4б – coarse gravel; 4в – fine gravel; 4г – plastic bio-loading; 5 – sewage pipe

Source: compiled by V.S. Fedorova, S.S. Shvydchenko, A.V. Vlasenko, I.A. Dubovik.



**Вермикультура.** За время эксперимента численность популяции взрослых червей *Eisenia foetida* увеличилась более чем в 9 раз. К концу эксперимента культура дала второе поколение червей. В ходе исследований получена популяция червей, адаптированная к питанию отходами аквакультуры (рис. 2).



**Рис. 2. Колония компостного червя *Eisenia foetida* на субстрате из отходов аквакультуры**

Источник: составлено В.С. Федоровой, С.С. Швыдченко, А.В. Власенко, И.А. Дубовик.

**Figure 2. A colony of the compost worm *Eisenia foetida* on a substrate of aquaculture waste**

Source: compiled by V.S. Fedorova, S.S. Shvydchenko, A.V. Vlasenko, I.A. Dubovik.

**Показатели качества очистки воды.** В таблице приведены гидрохимические показатели воды после рыбоводного бассейна и после прохождения через вермибиофильтр. Вермибиофильтрация существенно снижала содержание в воде неблагоприятных для рыб продуктов азотного и фосфорного обмена. Снижение уровня кислорода и повышение содержания  $\text{CO}_2$  обусловлены протекающими в вермибиофильтре биохимическими процессами. Показатели восстанавливались до технологической нормы после прохождения воды через альгофильтр.

**Основные показатели качества воды в рециркуляционной системе аквакультуры и их нормы для бассейновых хозяйств**

Показатели	Значения		ОСТ 15.372- 87 на входе в бассейн	Техноло- гическая норма	Кратко- временно допустимые значения
	бассейн с рыбой $n = 12$	вермибио- фильтр $n = 12$			
1	2	3	4	5	6
t, °C	$21 \pm 1$	$21 \pm 1$	–	19–23	26
pH	$6,8 \pm 0,1$	$6,8 \pm 0,1$	7,0–8,0	6,8–7,2	6,8–8,5
dKH, Н°	$6,2 \pm 0,2$	$6,2 \pm 0,3$	–	–	–

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6
dGH, H°	19,4 ± 1,1	18,8 ± 1,4	3–4	5–8	20–25
O <sub>2</sub> , мг/л	6,4 ± 0,2*	2,8 ± 0,4*	–	5–12	4–8
CO <sub>2</sub> , мг/л	22,5 ± 2,4*	30,2 ± 1,1*	10	25	30
NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> , мг/л	4,2 ± 0,4*	0,8 ± 0,1*	1	2–4	10
NO <sub>2</sub> , мг/л	0,10 ± 0,08*	0,01 ± 0,0*	0,02	0,20	1,00
NO <sub>3</sub> , мг/л	84 ± 6*	42 ± 4*	2–3	60	100
PO <sub>4</sub> , мг/л	0,50 ± 0,07*	0,32 ± 0,05*	0,3	0,2–0,5	2,0
Cl <sub>2</sub> , мг/л	0	0	0	0	0

\* p < 0,05

Источник: составлено В.С. Федоровой, С.С. Швыдченко, А.В. Власенко, И.А. Дубовик.

**Main indicators of water quality in a recirculating aquaculture system and their standards for pool farms**

Indicators	Values		Industry standard 15.372- 87 at the entrance to the pool	Technological norm	Shortterm acceptable values
	Fish pool n = 12	Vermibio filter n = 12			
1	2	3	4	5	6
t, °C	21 ± 1	21 ± 1	–	19–23	26
pH	6.8 ± 0.1	6.8 ± 0.1	7.0–8.0	6.8–7,2	6.8–8.5
dKH, H°	6.2 ± 0.2	6.2 ± 0.3	–	–	–
dGH, H°	19.4 ± 1.1	18.8 ± 1.4	3–4	5–8	20–25
O <sub>2</sub> , mg/l	6.4 ± 0.2*	2.8 ± 0.4*	–	5–12	4–8
CO <sub>2</sub> , mg/l	22.5 ± 2.4*	30.2 ± 1.1*	10	25	30
NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> , mg/l	4.2 ± 0.4*	0.8 ± 0.1*	1	2–4	10
NO <sub>2</sub> , mg/l	0.10 ± 0.08*	0.01 ± 0.0*	0.02	0.20	1.00
NO <sub>3</sub> , mg/l	84 ± 6*	42 ± 4*	2–3	60	100
PO <sub>4</sub> , mg/l	0.50 ± 0.07*	0.32 ± 0.05*	0.3	0.2–0,5	2.0
Cl <sub>2</sub> , mg/l	0	0	0	0	0

\* p < 0.05

Source: compiled by V.S. Fedorova, S.S. Shvydchenko, A.V. Vlasenko, I.A. Dubovik.

**Заключение**

Согласно полученным данным, можно сделать вывод, что технология вермибиофильтрации является перспективным методом очистки воды и утилизации отходов в РАС. Данная методика обеспечивает улучшение качества воды для рыб, получение дополнительной органической продукции (биомассы червей и вермикомпоста), возможность интеграции в мультитрофные системы аквакультуры, повышающие эффективность и экономическую привлекательность производства. Дальнейшие исследования направлены на оптимизацию параметров вермибиофильтрации, разработку более эффективных конструкций фильтров и исследование потенциала технологии для очистки сточных

вод различного происхождения. Внедрение предложенного способа очистки воды в аквакультуру повышает экологичность и устойчивость отрасли, обеспечивая производство здоровой и качественной рыбной продукции, а также дополнительных органических продуктов.

### Список литературы

- [1] *Fedorova V., Shvydchenko S., Dubovik I., Shvydchenko D.* The method of complex biological water treatment in aquaponic recirculation systems // BIO Web of Conferences : International Scientific and Practical Conference “Development and Modern Problems of Aquaculture” (AQUACULTURE 2023), Divnomorskoe, 27.09.–04.10.2023. EDP Sciences: EDP Sciences, 2024. P. 05043. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248405043> EDN: LCGGYQ.
- [2] *Khalil S., Panda P., Ghadamgahi F., Rosberg A.-K., Vetukuri R.R.* Comparison of two commercial recirculated aquacultural systems and their microbial potential in plant disease suppression // BMC Microbiology. 2021. Vol. 21. P. 205. <https://doi.org/10.1186/s12866-021-02273-4> EDN: XGCWVT
- [3] *Стом Д.И., Казаринова Т.Ф., Титов И.Н.* Дождевые черви в переработке отходов : монография / М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Иркутский гос. ун-т», НИИ биологии при ИГУ. Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. 111 с.
- [4] *Мусеев А.А., Наконечный Н.В.* Вермикультивирование компостных червей гибрида старатель в субстратах из остатков сточных вод и пивной дробины // Отходы, причины их образования и перспективы использования : сб. науч. трудов по материалам Межд. науч. экологической конф., Краснодар, 26–27 марта 2019 г. Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2019. С. 537–541.
- [5] *Ghatnekar S.D., Kavian M.F., Sharma S.M., Ghatnekar S.S., Ghatnekar G.S., Ghatnekar A.V.* Application of vermi-filter-based effluent treatment plant (pilot scale) for bio-management of liquid effluents from the gelatine industry // Dynamic Soil, Dynamic Plant. 2010. Vol. 4, iss. 1. P. 83–88.
- [6] *Chanu T.I., Sharma A., Muralidhar A., Prasad J.K., Patnaik R.R.S.* Vermicompost production technology for organic aquaculture // Aquaculture Time. Balabhadrapuram, India: Central Institute of Fisheries Education, 2017.
- [7] *Chakrabarty D., Das S.K., Das M.K., Biswas P.* Application of Vermitechnology in Aquaculture // Dynamic Soil, Dynamic Plant. 2009. Vol. 3, iss. 2. P. 41–44. West Bengal, India : Fisheries College and Research Institute, 2009.
- [8] *Егорова Н.А., Шошин А.В.* Биологические отходы рыбоводства и перспективы их переработки с помощью дождевого червя *Eisenia foetida* (Savigny, 1826) // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2022. Т. 30. № 3. С. 292–299. <https://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-3-292-299> EDN: OXITNM
- [9] *Порфирьева А.В., Зиятдинова Г.К., Медянцева Э.П., Евтюгин Г.А.* Гидрохимический анализ. Казань : Издательство Казанского университета, 2018. 88 с.
- [10] *Титов И.Н., Фарзах Ф.С.Ф., Ларионов Н.П., Кан В.М.* Технология вермифiltrации – эффективный метод очистки бытовых и промышленных сточных вод. Обзор // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю.А. Овчинникова. 2014. Т. 10. № 1. С. 58–70. EDN: SHWMMN



## References

- [1] Fedorova V, Shvydchenko S, Dubovik I, Shvydchenko D. The method of complex biological water treatment in aquaponic recirculation systems. *BIO Web of Conferences : International Scientific and Practical Conference "Development and Modern Problems of Aquaculture" (AQUACULTURE 2023)*, Divnomorskoe, 27.09.–04.10.2023. EDP Sciences: EDP Sciences; 2024. p. 05043. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248405043>. EDN: LCGGYQ.
- [2] Khalil S, Panda P, Ghadamgahi F, Ghadamgahi F, Rosberg A-K, Vetukuri RR. Comparison of two commercial recirculated aquacultural systems and their microbial potential in plant disease suppression. *BMC Microbiology*. 2021;21:205. <https://doi.org/10.1186/s12866-021-02273-4>. EDN: XGCWVT
- [3] Stom DI, Kazarinova TF, Titov IN. *Earthworms in waste recycling*. Irkutsk: Irkutsk State University Publ.; 2012. 111 p. (In Russ.)
- [4] Moiseev AA, Nakonechnyi NV. Vermicultivation of compound harpid hybrid "staratel" in substrates of wastewater residues and beer crushers. *Waste, the causes of their formation and prospects for use: collection of scientific tr. based on the materials of the International Scientific and Ecological Conference*. Krasnodar, 26–27 March 2019. Krasnodar: Kuban State Agrarian University Publ.; 2019. p. 537–541. (In Russ.)
- [5] Ghatnekar SD, Kavian MF, Sharma SM, Ghatnekar SS, Ghatnekar GS, Ghatnekar AV. Application of vermi-filter-based effluent treatment plant (pilot scale) for biomanagement of liquid effluents from the gelatine industry. *Dynamic Soil, Dynamic Plant*. 2010;4(1):83–88.
- [6] Chanu TI, Sharma A, Muralidhar A, Prasad JK, Patnaik RRS. Vermicompost production technology for organic aquaculture. *Aquaculture Time*. Balabhadrapuram, India; 2017.
- [7] Chakrabarty D, Das SK, Das MK, Biswas P. Application of Vermitechnology in Aquaculture. *Dynamic Soil, Dynamic Plant*. 2009;3(2):41–44.
- [8] Egorova NA, Shosin AV. Biological wastes of aquaculture and possibility of its disposal by use of *Eisenia foetida* earthworms (Savigny, 1826). *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2022;30(3):292–299. (In Russ.). <https://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-3-292-299> EDN: OXITNM
- [9] Porfirieva AV, Ziyatdinova GK, Medyantseva EP, Yevtyugin GA. *Hydrochemical analysis*. Kazan: Kazan University Publ.; 2018. 88 p. (In Russ.)
- [10] Titov IN, Farzah FSF, Larionov NP, Kan VM. Vermifiltration technology is an effective method of cleaning domestic and industrial wastewater. *Bulletin of Biotechnology and Physical-Chemical Biology*. 2014;10(1):58–70. (In Russ.) EDN: SHWMMN

## Сведения об авторах:

**Федорова Валерия Сергеевна**, кандидат фармацевтических наук, доцент, заведующий кафедрой экологии и безопасности жизнедеятельности, Донбасский государственный технический университет, Российская Федерация, 294204, Луганская Народная Республика, г.о. Алчевский, г. Алчевск, пр-т Ленина, д. 16 (главный корпус); ведущий научный сотрудник АНО «Донбасский научно-исследовательский институт экотехнологий», Российская Федерация, 294204, Луганская Народная Республика, г.о. Алчевский, г. Алчевск, ул. Набережная, д. 10, ком. 6.108. E-mail: fvs.valeri.f@yandex.ru

**Швыдченко Сергей Степанович**, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, Донбасский государственный технический университет, Российская Федерация, 294204, Луганская Народная Республика, г.о. Алчевский, г. Алчевск, пр-т Ленина, д. 16 (главный корпус); директор АНО «Донбасский научно-исследовательский институт экотехнологий», Российская Федерация, 294204,

Луганская Народная Республика, г.о. Алчевский, г. Алчевск, ул. Набережная, д. 10.  
E-mail: shvydchenko.1960@mail.ru

*Власенко Алексей Владимирович*, аспирант кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, Донбасский государственный технический университет, Российская Федерация, 294204, Луганская Народная Республика, г.о. Алчевский, г. Алчевск, пр-т Ленина, д. 16 (главный корпус).

*Дубовик Ирина Алексеевна*, аспирант кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, Донбасский государственный технический университет, Российская Федерация, 294204, Луганская Народная Республика, г.о. Алчевский, г. Алчевск, пр-т Ленина, д. 16 (главный корпус). E-mail: irinna.dubovik.68@bk.ru

### **Bio notes:**

*Valeria S. Fedorova*, Cand. of Pharm. Sci., Associate Professor, Head of the Department of Ecology and Life Safety, Donbass State Technical University, 16 Lenin Ave, Alchevsk, Alchevsk Municipality, 294204, Lugansk People's Republic, Russian Federation; Leading Research Scientist, Donbass Research Institute of Ecotechnologies, ANO, 10 Naberezhnaya St, Room 6.108, Alchevsk, Alchevsk Municipality, 294204, Lugansk People's Republic, Russian Federation. E-mail: fvs.valeri.f@yandex.ru

*Sergey S. Shvydchenko*, Cand. of Biol. Sci., Associate Professor of the Department of Ecology and Life Safety, Donbass State Technical University, 16 Lenin Ave, Alchevsk, Alchevsk Municipality, 294204, Lugansk People's Republic, Russian Federation; Director, Donbass Research Institute of Ecotechnologies, ANO, 10 Naberezhnaya St, Alchevsk, Alchevsk Municipality, 294204, Lugansk People's Republic, Russian Federation. E-mail: shvydchenko.1960@mail.ru

*Alexey V. Vlasenko*, Postgraduate Student of the Department of Ecology and Life Safety, Donbass State Technical University, 16 Lenin Ave, Alchevsk, Alchevsk Municipality, 294204, Lugansk People's Republic, Russian Federation.

*Irina A. Dubovik*, Postgraduate Student of the Department of Ecology and Life Safety, Donbass State Technical University, 16 Lenin Ave, Alchevsk, Alchevsk Municipality, 294204, Lugansk People's Republic, Russian Federation. E-mail: irinna.dubovik.68@bk.ru