

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Фарзах Фаваз Салим Фатах на тему: «Биологическая очистка сточных вод города Владимира на основе технологии вермифльтрации», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 - Экология (биология)

### Актуальность избранной темы

Диссертационная работа выполнена на актуальную тему и посвящена разработке технологии биологической очистке сточных вод с помощью технологии вермифльтрации. Половина человечества испытывает недостаток воды и это вызывает естественную озабоченность мирового сообщества. В странах ЕС и США активно разрабатываются новые технологии очистки сточных вод, позволяющие использовать повторно более половины объемов сточных вод.

В Российской Федерации объем нормативно очищенных сточных вод не превышает 2-3%, вследствие чего научные разработки новых технологий повторного использования очищенных сточных вод являются особенно актуальными. Большой интерес проявляется к методам очистки сточных вод небольших населенных пунктов и отдельных предприятий с использованием дождевых червей вида *Eisenia fetida*. Новая технология вермифльтрации не требует больших финансовых затрат и особенно ценно то, что резко снижается образование осадков и выделение вредных газов. Органические вещества в кишечнике дождевого червя превращаются в удобрения, содержащие питательные элементы в доступной для растений форме.

Для загрязненных почв утративших способность к самоочищению особенно востребованы исследования по технологиям перевода тяжелых металлов в малоподвижные соединения, что позволяет вермикомпостирование. Особенно важно то, что вермикомпост при использовании его в сельском хозяйстве повышает устойчивость растений к различным стрессам.

Экологические исследования технологий вермикомпостирования являются актуальным направлением, связанным с использованием сточных вод в сельском хозяйстве. В настоящее время недостаточно изучены вопросы, связанные с теорией и практикой вермифльтрации, не исследованы возможности вермифльтрации канализационных стоков в зависимости от концентрации органических веществ. Не разработаны методы дезинфекции вермифилтратов, удаления химических токсикантов и солей тяжелых металлов.

Внедрение этой технология не требует больших затрат, снижает образование осадков и выделение вредных газов. Это особенно важно для удаленных сельских общин, где отсутствуют современные дорогостоящие системы очистки сточных вод.

Органические отходы сточных вод превращаются в удобрения, содержащие питательные элементы в доступной для растений форме, обладающие зернистой структурой, устойчивой к размывающему действию воды. Продукты вермикопостирования ускоряют рост сельскохозяйственных культур благодаря трансформации органического азота в минеральный и торможению вымывания питательных веществ.

#### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна**

Сформулированные в диссертационной работе научные положения, выводы и рекомендации обоснованы и подтверждаются результатами собственных исследований, выполненных автором на высоком научно-методическом уровне. Достоверность результатов работы подтверждается использованием стандартных методик, сертифицированного и поверенного оборудования, воспроизводимостью результатов экспериментов. Научные положения и результаты диссертационной работы отражены в публикациях автора за период 2014-2017 гг. на международных научных и научно-практических конференциях; а также опубликованы в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации.

**Научная новизна** диссертационной работы состоит в теоретическом обосновании использования вермиккультуры компостных червей вида *Eisenia fetida* для снижения уровня токсикантов в сточных водах. Показано, что эффективность процесса возрастает при длительном пропускании через установку сточной воды вследствие обрастания сорбентов биопленкой из микроорганизмов.

На основании проведенных автором комплексных исследований:

- выявлена возможность использования технологии вермифiltrации для очистки сточных вод с высоким уровнем содержания органических веществ, когда показатель БПК находится в диапазоне величин от 1000 до 1500 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>;
- возможность применения электро-активированной воды «Анолит АНК» в процессе вермифiltrации для дезинфекции сточных вод;

- научно обоснована технология вермифльтрации сточных вод и определены технологические параметры для использования обработанных стоков в сельском хозяйстве;

- установлено, что в процессе использования технологии вермифльтрации важнейшим параметром эффективного функционирования установки для вермифльтрации является скорость подачи сточных вод, регулируемая на основе мониторинга влажности вермифилтра;

- эффективность процесса вермифльтрации возрастает при пропускании через установку сточной воды в течение 10-14 дней, что способствует обрастанию наполняющих ее материалов биопленкой из микроорганизмов;

- вермифилтр во взаимодействии с иммобилизованными на нем почвенными микроорганизмами способен удалять из сточных вод органические и неорганические загрязнители, о чем свидетельствуют такие показатели качества воды как БПК и ХПК, снижение ОВВ на 90-95%, исчезновение неприятного запаха;

- доказана эффективность использования технологии вермифльтрации в сельском хозяйстве.

Техническая новизна подтверждена патентной заявкой РФ № 030416 от 19.05.2016 г. «Автоматизированная система вермифльтрации для очистки сточных вод».

Соискателем впервые проведены на пилотной установке экспериментальные исследования процесса вермифльтрации сточных вод с использованием вермикультуры *Eisenia fetida*; изучена динамика снижения уровня токсикантов в процессе вермифльтрации, проведена оценка возможности использования вермифилтрат в сельском хозяйстве.

**Значимость для науки и производства полученных автором результатов** диссертационной работы определяется прикладным характером проведенных исследований, решением ряда научных задач с практическим использованием полученных теоретических результатов, проведенными экспериментальными исследованиями и разработанной биотехнологией вермифльтрации сточных вод для получения очищенной воды, пригодной для различных технических целей, в частности для ирригации.

Проведенные экспериментальные исследования и полученные на их основе данные, а также разработанная аппаратурно-технологическая схема испытаны и апробированы в производственных условиях на очистных сооружениях МУП «ВладимирВодоканал» (г. Владимир) в сертифицированной аналитической лаборатории воды.

Работа выполнялась на основании Договора о сотрудничестве между МУП «ВладимирВодоканал» и Владимирским государственным университетом в области совместной научно-образовательной деятельности.

На основании вышесказанного, можно утверждать, что научная проблема, решению которой посвящена диссертация Фарзах Фаваз Салим Фатах, является актуальной и значимой для науки и практики.

#### **Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Результаты выполненной диссертационной работы могут быть использованы и внедрены в практику лабораторных, пилотных и промышленных установок для очистки сточных вод различных видов. Использование этой новой технологии является актуальной для южных регионов Российской Федерации, например, в Крыму, где дефицит воды остро проявляется. Сточные воды после вермифильтрации могут быть использованы для ирригации различных культур. Планируется эту технологию использовать в Султанате Оман. Так, на очистных сооружениях г. Салала поставлена пилотная установка для обработки бытовых сточных вод, которые доставляются автотранспортом и сливаются в лагуну. Сточные воды после вермифильтрации будут использованы для ирригации различных культур, в частности при выращивании финиковых пальм.

#### **Степень завершенности диссертационной работы и качество ее оформления**

Диссертационная работа Фарзах Фаваз Салим Фатах представляет собой полностью законченное исследование по указанной теме, выполненное на высоком методическом уровне с использованием современных методов анализа. Диссертация хорошо оформлена, логично построена.

Представленные в работе научные положения обоснованы и подтверждены результатами экспериментальных исследований. Экспериментальные данные, выводы и рекомендации основаны на общепринятых теоретических закономерностях, не противоречат и согласуются с известными концепциями в данной области исследований.

Достоверность и обоснованность научных результатов и выводов, полученных диссертантом, основываются на согласованности данных эксперимента и научных выводов. Достоверность экспериментальных данных обеспечивается применением самых современных инструментальных методов исследования, выполненных на оборудовании с высоким классом точности.

Научные положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации обоснованы, апробированы и одобрены широким обсуждением на научно-практических конференциях, поэтому их достоверность также не вызывает сомнений.

### **Структура и объем диссертации**

Представленная на отзыв диссертация Фарзах Фаваз Салим Фатах состоит из введения, обзора литературы, описания объектов и методов исследования, изложения результатов экспериментов и их обсуждения, заключения, выводов и списка упоминаемых литературных источников. Работа изложена на 119 страницах текста, включает в себя 23 рисунка и 7 таблиц. Список литературы состоит из 167 наименований, из них 122 зарубежные.

Материал диссертационной работы изложен логично, в грамотном научном стиле, аккуратно оформлен, содержит информативные графические и фотоиллюстрации.

**Во введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, определены основные направления реализации цели, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость, степень достоверности и апробация результатов исследования.

**В аналитическом обзоре** литературы подробно освещены и обсуждены литературные данные характеризующие основные параметры хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод, технологии вермифилтрация, механизмов действия дождевых червей.

Обсуждаются ключевые факторы, влияющие на процесс вермифилтрации, виды дождевых червей, подходящие для вермифилтрации, численность популяции компостных червей.

Проанализированы научные исследования по очистке сточных вод с помощью технологии вермифилтрации, обсуждены данные о практическом использовании крупномасштабных систем вермифилтрации для очистки сточных вод, значение и преимущества технологии вермифилтрации перед традиционными системами очистки сточных вод, сезонные изменения и эффективность системы вермифилтрации, адсорбционная доочистка сточных вод, стерилизация сточных вод после вермифилтрации с помощью электрохимически активированной воды Анолит АНК.

В последние годы быстро возрастает использование технологии вермифилтрации для очистки сточных вод, так как это даёт уникальные преимущества: более низкие эксплуатационные расходы на их техническое обслуживание. В данном обзоре литературы представлен анализ научно-исследовательских работ в разных странах мира по использованию этой

новой технологии для удаления поллютантов из различных типов сточных вод. Тем не менее в долгосрочной перспективе эффективность очистки и устойчивость функционирования этой системы, по-прежнему, остается проблемой, так как эффективность обработки зависит от конструктивных параметров, эксплуатационных условий и факторов внешней среды.

**Во второй главе** описаны методология и методы исследования, объекты исследований и примененные в работе методики анализа и проведения экспериментальных исследований, свидетельствующие об их высоком уровне и достоверности полученных результатов.

**В третьей главе** приведены результаты собственных исследований и их обсуждение. Описана схема и представлена конструкция лабораторной и пилотной установок для вермифльтрации сточных вод. Представлены результаты по очистке муниципальных сточных вод г. Владимира с помощью технологии вермифльтрации. Исследователем было показано, что по основным показателям качества воды БПК<sub>5</sub>, ХПК и содержание взвешенных частиц происходило снижение их показателей на 96,16; 77,43 и 77,43%, соответственно. Сточные воды после вермифльтрации не обладали фитотоксичностью для растений тритикале и содержали в себе ростостимулирующие вещества. Представлены результаты по практическому использованию электро-активированной воды анолита АНК для стерилизации очищенных муниципальных сточных вод г. Владимира технологией вермифльтрации. Показано, что добавление электро-активированной воды анолита АНК в очищенную вермифльтрацией сточную воду в концентрации 5-10% полностью ее стерилизовало. Полученные результаты подтверждают перспективность использования технологии вермифльтрации для очистки муниципальных сточных вод и возможность повторного ее использования для различных целей.

Подчеркивается в заключении этой главы, что необходимо проведение дальнейших исследований с целью усовершенствования технологии вермифльтрации и намечены направления дальнейших исследований для правильного выбора видов дождевых червей, способных поглощать большие количества органических веществ из сточных вод и быть устойчивыми к высоким уровням влажности в среде обитания, а также подбору фильтрующих материалов, которые обладают высокой адсорбционной емкостью и могут эффективно улучшать процессы удаления поллютантов.

#### **Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации**

Выводы диссертации, содержание автореферата и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

Основные результаты проведенных диссертационных исследований обсуждались на международных и российских симпозиумах и конференциях; отражены в 12 публикациях, в том числе 3 в научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 2 в зарубежных изданиях, 1 в зарубежной монографии и 1 патентной заявке на изобретение.

**Оценивая работу в целом**, следует подчеркнуть, что диссертантом выполнена большая аналитическая и экспериментальная работа на хорошем методическом уровне, имеющая научное и прикладное значение. К сожалению, многие диссертационные работы в настоящее время в значительной степени выполняются лишь для получения степени кандидата наук. В отличие от этого, данная работа крайне ценна в практическом плане и представляет собой важнейшую оригинальную разработку, которая так нужна для очистки сточных вод.

Высокую значимость работе придает широкий комплексный подход проведенных исследований.

Наряду с общей высокой положительной оценкой работы, к ней имеется несколько замечаний и пожеланий:

1. В диссертации ставилась задача разработать рекомендации для внедрения технологии вермифльтрации хозяйственных и бытовых сточных вод для Султаната Оман и задача разработать автоматизированную систему вермифльтрации по очистке сточных вод, которая бы обеспечивала минимальные затраты физического труда и времени при очистке сточных вод в зависимости от типа сточных вод, мощности и конструктивного исполнения установки; контролирования режимов гидравлического удерживания и гидравлической нагрузки в системе; контролирования самого процесса очистки сточных вод по основным её показателям. Однако в диссертации отсутствуют данные о результатах экспериментов с использованием этой более совершенной установки.

2. Во второй главе в разделе 2.13. представлено описание некоторых типов активированных углей для дополнительной очистки проб сточных вод после процесса вермифльтрации. Однако в третьей главе отсутствуют результаты по использованию этих марок активированных углей для дополнительной очистки вермифльтрованных сточных вод.

Отмеченные недостатки не снижают достоинств выполненной диссертационной работы Фарзах Фаваз Салим Фатах и не носят принципиального характера, а представленные к защите результаты позволяют использовать их в дальнейшей образовательной, исследовательской и практической деятельности.

## Заключение

По актуальности темы, степени ее экспериментальной, теоретической и практической значимости для проблемы очистки сточных вод, а также стилю изложения и оформления диссертационная работа Фарзах Фаваз Салим Фатах «Биологическая очистка сточных вод города Владимира на основе технологии вермифильтрации» является законченной исследовательской работой, выполненной на высоком экспериментальном уровне. Диссертационная работа полностью соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата биологических наук, а ее автор – Фарзах Фаваз Салим Фатах заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология (биология).

Официальный оппонент:  
доктор биологических наук,  
профессор

  
(Стом Дэвард Иосифович)  
ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ  
Специалист по кадрам  
В.Н. Разговорова  
20 18 г.



664025, г. Иркутск, Ленина 3, офис 34 тел./факс: (3952) 34-34-37, e-mail: stomd@mail.ru, тел. раб. 8(3952)34-34-37, e-mail: stomd@mail.ru  
Стом Дэвард Иосифович  
доктор биологических наук (03.00.18 Гидробиология)  
профессор, Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации  
профессор кафедры зоологии позвоночных и экологии ФГБОУ ВО «ИГУ»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ИГУ»)

664003 г. Иркутск, ул. Карла Маркса, д.1  
тел./факс: (3952) 521-931, 24-22-38  
e-mail: office@admin.isu.ru