

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

Беляева Сергея Дагобертовича на диссертационную работу Рыбка Ксении Юрьевны «Фито-очистная система открытого типа как природно-техногенный барьер для загрязняющих веществ», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.36 - «Геоэкология» (географические науки)

### **1. Актуальность диссертационной работы**

Задача снижения поступления загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты не теряет своей актуальности. Как известно, существенное влияние на качество воды оказывает неочищенный поверхностный сток с селитебных территорий, промышленных площадок и сельхозугодий. Применение фито-очистных сооружений (ФОС) для очистки таких стоков, с учетом невысоких капитальных затрат и простоты эксплуатации, представляется весьма перспективным в российских условиях. Исследование эффективности и особенностей функционирования таких систем в российских природно-климатических условиях, безусловно, представляет значительный интерес

### **2. Научная новизна и практическая значимость результатов работы**

Работа представляет собой комплексное, разностороннее исследование ФОС открытого типа, очищающей диффузный сток сложного состава. Помимо данных о гидравлическом режиме, физико-химической характеристики ФОС и эффективности её работы в сезонной динамике в диссертации содержится анализ структуры сообщества прокариот системы, установлено наличие сукцессионной смены сообществ микроорганизмов при малом времени пребывания воды в ФОС. Не менее важным является вывод о том, что в ФОС происходит обеззараживание патогенных и условно патогенных микроорганизмов. Предложенный методологический подход к

анализу ФОС, основанный на выделении функциональных зон, позволил уточнить механизмы работы ФОС, а также сформулировать предложения по улучшению работы исследованного очистного сооружения. Практическая ценность работы подтверждается тем, что основные выводы и предложения по проектированию подобных систем и их мониторингу были внедрены в производственную практику компании-проектировщика ФОС «Эколандшафт – XXI век».

### **3. Состав и содержание диссертации**

Диссертационная работа (299 с., 28 табл., 130 рис., 356 источников) состоит из введения, четырёх глав и заключения.

**Во введении** описана актуальность и степень научной разработанности темы, теоретическая и практическая значимость, научная новизна работы, описан объект и предмет исследования, цель и задачи исследования, его методология. Сформулированы положения, выносимые на защиту. Обоснована достоверность результатов исследования, описаны их апробация и внедрение.

**Первая глава** представляет собой обширный анализ литературных источников по теме исследования. В ней рассмотрена история и классификация ФОС, основные принципы их работы и особенности эксплуатации. Отдельный раздел посвящен ФОС в России и странах СНГ, приведено краткое сравнение ФОС с другими технологиями биологической очистки стоков. Проанализированы преимущества и недостатки технологии.

Значительная часть главы посвящена процессам очистки от загрязняющих веществ различной природы. Подробно рассмотрены механизмы очистки от биогенных элементов (азота и фосфора), взвешенных веществ, органических загрязняющих веществ, тяжелых металлов и патогенных микроорганизмов. Приведены примеры ФОС различных типов с оценкой их эффективности по тем или иным показателям. Отдельный параграф посвящен особенностям функционирования ФОС в условиях

холодного климата. Приведены примеры таких систем в скандинавских странах и перечислены технические рекомендации по их проектированию. Также рассмотрена проблема накопления осадка сточных вод в ФОС и его утилизации.

Приведенный в работе литературный обзор даёт достаточно полное представление о современном состоянии вопроса проектирования, эксплуатации и исследования эффективности ФОС.

**Вторая глава** посвящена объекту и методам исследования. Здесь приводится детальное описание выбранного для исследований объекта – ФОС открытого типа, расположенной на р. Кровянке в г. Москве. Судя по описанию, использованные автором методы экспериментальных исследований отвечают поставленным задачам, основаны на современной технической базе.

**В третьей главе** представлены результаты натурного обследования означенной ФОС. Описаны её гидравлические, физико-химические и биологические характеристики по функциональным зонам, что даёт всестороннее представление об объекте исследования. Определена эффективность очистки воды по зонам ФОС от различных форм азота, фосфора, железа, сульфидов, сульфатов, фосфатов, хлоридов, взвешенных веществ и органических ксенобиотиков в зависимости от сезона и режима нагрузки. В качестве основной причины невысокой эффективности очистки по некоторым показателям автор обосновывает малое время удержания воды в системе. В главе приведен детальный анализ структуры и состава сообществ микроорганизмов ФОС, которые играют важную роль в процессах очистки от целого ряда загрязняющих веществ.

**Четвертая глава** посвящена способам реконструкции исследованной ФОС, а также рассмотрению возможности использования различных ФОС в Российской Федерации. Кроме рекомендаций по реконструкции исследованной ФОС в главе приведена принципиальная схема, которая может послужить основой для проведения расчетов при проектировании

других ФОС. Автор рекомендует применять ФОС в первую очередь для очистки бытовых стоков в сельских населенных пунктах, а также для очистки ливневых и коммунально-бытовых сточных вод. Проведенный автором расчет капитальных и эксплуатационных затрат свидетельствует об экономической целесообразности ФОС.

**В заключении** автор приводит основные выводы по работе.

#### **4. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**

Широкий охват и анализ мирового опыта, корректная постановка задач исследования, использование современного оборудования и методик проведения анализов, тщательно проведенные натурные измерения, согласованность результатов анализа полученных данных друг с другом и с данными литературных источников обеспечивают обоснованность и достоверность научных положений, выводов и результатов диссертации.

#### **5. Полнота изложения материалов диссертации в публикациях соискателя**

Автором опубликовано 14 работ по теме диссертации в научных журналах (в том числе 7 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК), выпущена монография (в соавторстве), результаты работы были представлены на 15-ти конференциях. Основные положения диссертации опубликованы.

#### **6. Замечания по работе**

При всех несомненных достоинствах работы, нельзя не остановиться на некоторых вопросах и замечаниях.

- 1) Формулировка второго защищаемого положения выглядела бы корректнее при замене слов «должна являться основой» на «может служить основой».

- 2) В ряде случаев при оценке эффективности ФОС значения масс загрязняющих веществ получены путем умножения среднего значения замеренных концентраций на среднее значение расходов воды за определенный период (см. табл. 18 и 19). Очевидно, что при большой вариативности экспериментальных данных (которая наглядно продемонстрирована в работе), а также при отсутствии тесной зависимости между концентрацией вещества и расходом воды более достоверными будут оценки средних значений масс, полученных умножением концентрации на расход по данным каждого измерения. Отметим, что этот «правильный», по мнению рецензента, способ осреднения в некоторых случаях применен (см., например, табл. 20).
- 3) Не вполне понятно, почему по некоторым показателям проведен ограниченный объем измерений (например, по ХПК – только с августа по октябрь), а вывод делается по годовому циклу.
- 4) Повышение эффективности исследуемой ФОС в результате предложенной автором реконструкции выглядело бы более убедительным, если бы в обширном литературном обзоре был приведен пример подобных реконструкций.

## **7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным положением о порядке присуждения ученых степеней**

В целом работа тщательно оформлена, имеет достаточное количество иллюстративного материала. Использованные литературные источники хорошо представляют весь спектр релевантных исследований. Материал изложен последовательно и аргументировано. Выводы по результатам проведенных исследований обоснованы и достоверны. Автореферат диссертации соответствует ее содержанию.

Несмотря на указанные недочеты и высказанные замечания, диссертация Рыбка Ксении Юрьевны «Фито-очистная система открытого типа как природно-техногенный барьер для загрязняющих веществ» является

научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача, имеющая практическое значение в сфере снижения антропогенной нагрузки на водные объекты. Работа соответствует Положению о присуждении научных степеней и присвоения научных званий ВАК России, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология (географические науки).

### Официальный оппонент

Доктор географических наук  
специальность 25.00.36 – Геоэкология



Беляев Сергей Дагобертович

### Сведения о составителе отзыва:

ФИО: Беляев Сергей Дагобертович  
 Адрес: г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 23  
 Email: [belyaev@wrm.ru](mailto:belyaev@wrm.ru)  
 Организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГБУ РосНИИВХ, г. Екатеринбург), Федеральное агентство водных ресурсов  
 Должность: заведующий отделом научно-методического обеспечения водохозяйственных расчетов

Я, Беляев Сергей Дагобертович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

02 марта 2021 г.

Подпись Беляева С.Д. заверяю  
 Нач. отд. кадров ФГБУ РосНИИВХ




Кочеткова Л.В.