

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Замулиной Инны Валерьевны «Трансформация свойств гидроморфных почв под влиянием длительного техногенного загрязнения тяжелыми металлами», представленную на соискание ученой степени **кандидата** биологических наук по специальности 1.5.19. -

Почвоведение (биологические науки)

Актуальность темы диссертационного исследования. Исследование загрязнения почв тяжелыми металлами (ТМ) ведется не одно десятилетие, однако в связи с ростом площадей техногенно-измененных территорий степень актуальности данной темы увеличивается с каждым годом. Более того, является очевидным, что трансформация свойств нативных почв при их загрязнении будет отлична от изменения свойств почв, сформированных на техногенных отложениях. По сути, изначально один важнейших факторов почвообразования – подстилающие породы, отличны от природных, что ведет к иной направленности педогенеза, отражающуюся в том числе и на буферной способности почв по отношению к ТМ. Это в свою очередь, обуславливает перспективность исследования буферной способности почв во взаимосвязи с показателями, характеризующими возможность депонирования почвой ТМ, в том числе, с анализом кислотно-щелочных условий и гидрологических условий. Работа Замулиной И.В., посвященная исследованию почв территорий бывших шламонакопителей и осушенных водоемов, являвшихся водоприемниками промышленных стоков, несомненно является актуальной и своевременной.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обусловлена анализом большого количества научных источников, включающих классические работы и современные исследования, позволившим сформулировать рабочую гипотезу и методологию исследования, поставить актуальные задачи, аргументированно выбрать методы и объекты, выстроить общий алгоритм работы. Автором лично получен большой массив полевых и лабораторных данных как для анализа степени загрязнения, так и оценки буферной способности почв, их устойчивости к загрязнению на основе целого комплекса структурно-функциональных характеристик. Анализ и оценка данных проведены с использованием методов статистики, целого комплекса геохимических критериев оценки загрязнения.

Замулиной И.В. проведен анализ химических, физических и физико-химических механизмов, определяющих буферную способность почв по отношению к ряду тяжелых металлов, что позволило обоснованно сформулировать заключение и выводы.

Лично автором при поддержке научного руководителя осуществлено планирование научных исследований, полевых и лабораторных работ, формулировка основных положений и выводов диссертационной работы. Работа отличается междисциплинарностью и включает фундаментальные положения и методические подходы почвоведения, экологии, геохимии ландшафта, почвенной агрофизики и гидрологии.

Результаты полученных исследований были представлены на международных и всероссийских конференциях. По теме диссертации опубликовано 30 научных работ, из них 7 статей в изданиях, входящих в базы данных международных индексов научного цитирования Scopus и/или Web of Science, приравняваемых к К1 журналов, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ, по научной специальности 1.5.19. Почвоведение (биологические науки). Все публикации Замулиной И.В. тематически соответствуют научной специальности по биологическим наукам 1.5.19. Почвоведение.

Научная новизна и практическая значимость работы. Впервые проведены комплексные исследования, позволившие определить причины трансформации физических, химических и минералогических свойств почв, сформированных на территориях в условиях бывших шламонакопителей и осушенных водоемов-приемников промышленных стоков, и количественно оценить вклад отдельных почвенных свойств и обосновать механизмы депонирования ТМ почвами, что в свою очередь, является важной теоретической основой для прогнозирования миграционной способности исследуемых загрязнителей в гидроморфных условиях. Важное практическое значение имеют полученные данные по распределению ТМ в гранулометрических фракциях почв, что позволяет оценивать вклад их миграции в составе почвенных суспензий и возможность их поступления в подземные воды. Автором сформулирована и обоснована методическая рекомендация использования почвенных образцов при их естественной влажности в условиях режима смены окислительно-восстановительного потенциала гидроморфных почв.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, выводов, списка использованных источников и приложения.

Работа изложена на 161 странице печатного текста, из которых 5 последних страниц – приложение. Она включает 21 таблицы, 33 рисунка и 12 приложений. Список литературы насчитывает 243 источника, в том числе 97 на иностранных языках.

Анализ диссертации по главам. В первой главе «Обзор литературы» (стр. 12 - 34) представлен аналитический обзор отечественной и зарубежной литературы по теме исследования. Рассмотрены особенности генезиса, геохимии и экологической роли гидроморфных почв юга России, источники ТМ в почвах, вопросы их миграции и аккумуляции, форм нахождения, в почве и роли отдельных гранулометрических фракций почв и органического вещества в закреплении ТМ в почвах, включая методические аспекты их определения. В главе представлено весьма полное освещение намеченных вопросов, рассмотрены ключевые вопросы изменения свойств переувлажненных почв при длительном загрязнении ТМ.

Во второй главе «Объекты и методы исследования» (стр. 35 - 44) уделено внимание характеристике компонентов ландшафта территории исследования, представлены исторические аспекты землепользования с 1948 г., подробно изложены методы отбора почвенных проб и методы их анализа, статистической обработки экспериментальных данных, расчетные методы для идентификации источников поступления ТМ, интегральной оценки уровня загрязнения, анализа буферности почв по отношению к ТМ. На рисунках представлены общая схема отбора проб и основные свойства изученных почв, что позволяет понять общую структуру научного исследования.

Третья глава (стр. 45-58) включает анализ валового состава почв территории техногенного воздействия в пойме р. Северный Донец, позволившего выстроить устойчивый геохимический ряд почвах бывшего оз. Атаманское и обнаружить многократные превышения относительных кларковых значений. С помощью геохимических показателей, собранных в виде таблицы (табл. 3.2 диссертации) автором проведена комплексная оценка загрязнения почв, представленная как в виде статистических данных по одним показателям, так и в виде картографического материала – по другим. Кроме того, в главе представлены результаты оценки устойчивости почв исследуемой территории по отношению к тяжелым металлам.

В четвертой главе рассмотрены структурно-функциональные характеристики гидроморфных почв и оценена их роль в устойчивости почв к загрязнению. Это самая большая глава, занимающая почти 40 стр., и посвящена детальному рассмотрению двух

основных характеристик, влияющих на буферную способность почв и собственно на устойчивость почв к загрязнению ТМ. Это анализ состава и количественных значений фракций органического вещества, включающего и его водорастворимые формы, с одной стороны, а также физические свойства и минералогический состав почв. Автором продолжен формат рассмотрения свойств в виде статистического анализа варьирования их значений и представления их пространственного распределения в виде карт, что очень облегчает восприятие столь обширного экспериментального материала и убедительно подтверждает аналитические рассуждения автора. Отметим и включение большого количества ссылок на научную литературу при обсуждении результатов, что свидетельствует о высоком научном уровне диссертанта. Автором на основе полученных экспериментальных данных предложена система оценки степени деградационных изменений, представленных в виде оценки состояния гидроморфных почв на основе содержания водорастворимого органического вещества. Весьма интересными являются результаты структурно-функционального анализа гуминовых кислот, позволившего обнаружить широкий набор функциональных групп во взаимосвязи с загрязнением и предположить различное поведение гуминовых кислот – их растворимость, гидрофильность, влияние на деструкцию органического вещества.

Исследование физических свойств почв показало их чрезвычайное разнообразие по гранулометрическому составу – от песков до легкоглинистых, что является типичным для многих техногенных ландшафтов. Весьма интересными являются данные по пластичности и структурному анализу. Хотя их рассмотрение физических свойств не столь детальное, как органического вещества, является очевидным перспективность их анализа в последующих исследованиях автора.

Минералогический состав почв показал отчетливую связь с гранулометрическим составом, гидроморфизмом и степенью загрязненности ТМ. Интересные результаты получены при рассмотрении микроморфологии отдельных гранулометрических фракций и агрегатов, позволивших автору утверждать о диагностируемых признаках новообразований.

Пятая глава включает результаты исследования содержания и фракционного состава тяжелых металлов в тонкодисперсных фракциях почв. Для анализа выбраны почвы тяжелого гранулометрического состава и почвы ранжированы в зависимости от категории загрязнения по содержанию отдельных гранулометрических фракций. Автором в тонкодисперсной части почв проведено фракционирование Cu, Zn, Pb разной

степени загрязнения, закономерно обнаружено накопление ТМ в них, установлены значения этих превышений для отдельных металлов как для природных, так и техногенных ландшафтов. Интересен анализ механизмов удержания ТМ металлов в составе тонких фракций, помимо высокой дисперсности и удельной поверхности, автором рассмотрены роль органического вещества, соединения железа карбонатов, минералогический состав, что подчеркивает комплексность проведенных исследований.

В шестой главе представлены методологические аспекты анализа содержания подвижных соединений ТМ в гидроморфных почвах (стр.), что несомненно является очень полезным для исследователей. Автором рассмотрен вопрос условий хранения образцов почв на определение содержания соединений меди, цинка и свинца. Этот этап, по сути, входящий в пробоподготовку, и, как правило, игнорируемый при проведении исследований самых разных почвенных свойств, ведет к получению значений, искажающих реальную картину. К сожалению, подобных исследований очень мало, можно упомянуть работы Л.О. Карпачевского в отношении некоторых одновалентных и двухвалентных ионов. Замулина И.В. проанализировала свежие образцы, образцы 1 месяца и 3 лет хранения, и убедительно доказала существенную разницу в значениях содержания Zn, Pb и Cu в исследованных гидроморфных почвах, предложила механизмы подобных изменений. В данной главе подробно рассмотрен и другой методический вопрос, касающийся определения подвижных форм железа как индикатора буферной способности почв во взаимосвязи с окислительно-восстановительными процессами. Железо, чутко реагирующее на смену окислительно-восстановительных условий, что детально рассмотрено в данной разделе с привлечением большого объема литературных источников. Показано снижение количества неустойчивых соединений железа при хранении почвенных образцов и предложен подход по использованию данного показателя как характеристику устойчивости почв к изменению условий увлажнения в гидроморфных почвах.

В заключение работы приводятся **выводы, список использованной литературы и приложение.**

Имеются некоторые вопросы и замечания.

1. Автор утверждает, что усадка исследованных почв изменяется под влиянием содержания гумуса, тяжёлых металлов, минералогического состава почв (стр. 89 диссертации). Включает ли данный список гранулометрический состав?

2. При рассмотрении содержания ТМ в тонкодисперсных фракциях почв автор использовал размерную фракцию 0,08 мм. Насколько она будет соответствовать традиционно используемым в почвоведении размерным фракциям в отношении распределения ТМ в них?

3. При определении водоустойчивости агрегатов аллювиальной почвы указывается их флотирование на поверхности воды, это явление объясняется легкостью данных агрегатов. Что имеется в виду? Их низкая плотность? Но тогда при насыщении водой они должны быстро пойти ко дну. Можно ли предположить, что они являются наиболее гидрофобными из исследованных на водоустойчивость почв?

В работе присутствуют опечатки, в том числе, в ссылках в отношении имен авторов статей, однако это несколько не снижает высокое качество научного исследования, не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации, основные положения и выводы.

Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне, она вносит существенный вклад в развитие теоретических знаний в отношении механизмов деградации гидроморфных почв юга России при их длительном загрязнении тяжелыми металлами. Все поставленные задачи решены, цель исследования достигнута, полученные результаты имеют существенную научную значимость и большую практическую ценность. Диссертация базируется на большом объеме экспериментальных данных, автор отлично владеет современными методами анализа почв и интерпретации полученного материала. Выводы представляют краткое изложение важнейших результатов, полученных автором, они корректно сформулированы и полностью отражают содержание диссертационного исследования. Материал представлен в логической последовательности, стиль изложения и оформление соответствуют уровню требований, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Диссертация и автореферат написаны грамотным научным языком, содержит богатый иллюстративный материал, аккуратно оформлены. Работа прошла успешную апробацию на многих международных и всероссийских конференциях. Автореферат диссертации полностью отражает содержание диссертации.

Диссертация Замулиной Инны Валерьевны «Трансформация свойств гидроморфных почв под влиянием длительного техногенного загрязнения

тяжелыми металлами», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.19. - Почвоведение (биологические науки), по своей актуальности, современным методам исследования, объему фактического материала и качеству его анализа и обработки, научной новизне и практической значимости соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней в ЮФУ» (№62-ОД от 27.03.2026 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Замулина Инна Валерьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук специальности 1.5.19. Почвоведение (биологические науки).

Официальный оппонент:

Умарова Аминат Батальбиевна

ПОДПИСЬ

заведующая кафедрой физики и мелиорации почв факультета почвоведения Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, доктор биологических наук, по специальности 06.01.03 – агропочвоведение, агрофизика (биологические науки),

Адрес: 119991, Москва, Ленинские горы, д.1, стр.12, каб. 299Б тел.: 8(495)939-36-84, e-mail: soil.physics.msu@gmail.com

Подпись официального оппонента заверяю:

П.В. Красильников

И.о. декана факультета почвоведения
член-корр. РАН



ПОДПИСЬ

10 сентября 2026 года