

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Дудниковой Тамары Сергеевны

«Источники происхождения, миграция и аккумуляция полициклических ароматических углеводородов в гидроморфных почвах Нижнего Дона и побережья Таганрогского залива»,

представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности: 1.5.19. Почвоведение (биологические науки)

Актуальность работы диссертационного исследования. Одной из актуальных задач современного почвоведения является оценка поведения стойких органических загрязнителей в природных ландшафтах, испытывающих возрастающее антропогенное воздействие. Особое место среди таких соединений занимают полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), поскольку они отличаются высокой устойчивостью, токсичностью, способностью к накоплению в почвах и последующему вовлечению в биогеохимические циклы. При этом именно почвенный покров определяет длительность их сохранения в окружающей среде, интенсивность миграции и потенциальную опасность для водных экосистем и живых организмов.

Особую сложность представляет изучение гидроморфных почв прибрежных и пойменных территорий, где одновременно протекают процессы аккумуляции, трансформации и перераспределения загрязняющих веществ. Эти экосистемы характеризуются высокой пространственной неоднородностью, изменчивостью гидрологического режима и разнообразием почвенных условий, вследствие чего закономерности поведения ПАУ существенно отличаются от хорошо изученных автоморфных почв. Несмотря на многочисленные исследования, выполненные в различных регионах мира, сведения о механизмах накопления, внутрипрофильного распределения и миграции ПАУ в почвах юга России остаются фрагментарными и не позволяют в полной мере оценивать экологическое состояние таких территорий.

Дополнительную значимость исследованию придает необходимость разработки регионально обоснованных критериев оценки загрязнения почв. Использование единых нормативных подходов без учета природных особенностей конкретных территорий часто приводит к искажению результатов экологической диагностики. Поэтому получение данных о природных особенностях распределения ПАУ, установление роли почвенных физико-

химических свойств в их закреплении и выявление вклада различных источников поступления имеют не только фундаментальное, но и прикладное значение.

Результаты диссертационной работы Т.С. Дудниковой расширяют современные представления о закономерностях поведения ПАУ в гидроморфных почвах, формируют научную основу для экологического мониторинга прибрежных и пойменных территорий Нижнего Дона и побережья Таганрогского залива, а также могут быть использованы при проведении экологического нормирования, оценке риска вторичного загрязнения водных объектов и разработке природоохранных мероприятий.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, представленных в диссертационной работе, обеспечиваются комплексным подходом к организации исследований, большим объемом фактического материала и использованием современных методов полевых, лабораторных и статистических исследований. Все основные положения диссертации базируются на результатах многолетних исследований, выполненных автором лично, что свидетельствует о высокой степени самостоятельности проведенной работы.

Достоверность полученных результатов определяется репрезентативностью исследованного материала, корректностью примененных методик отбора и анализа почвенных образцов, использованием общепринятых аналитических методов, а также современного оборудования, обеспечивающего необходимую точность измерений. При обработке результатов использованы адекватные методы математической статистики, что позволило объективно оценить выявленные закономерности и подтвердить статистическую значимость полученных зависимостей.

Следует отметить, что все выводы диссертации логически вытекают из представленного экспериментального материала, последовательно изложены и подтверждаются результатами полевых наблюдений, лабораторных исследований и их комплексной интерпретацией. Защищаемые положения хорошо аргументированы и согласуются с современными научными представлениями о процессах накопления и распределения ПАУ в почвах.

Дополнительным подтверждением достоверности результатов является их апробация на международных и всероссийских научных конференциях, а также публикация основных положений исследования в рецензируемых научных изданиях. В целом представленные в диссертации научные положения, выводы и практические рекомендации являются достаточно обоснованными, взаимосвязанными и не вызывают принципиальных сомнений.

Научная новизна и практическая значимость работы. Автором получены новые сведения о закономерностях накопления, внутрипрофильного распределения и миграции ПАУ в гидроморфных почвах прибрежных территорий Нижнего Дона и побережья Таганрогского залива. Особую ценность представляет комплексный подход, позволивший не только охарактеризовать современное состояние загрязнения исследуемых почв, но и установить влияние почвообразовательных процессов, гидрологического режима и свойств почв на особенности поведения полиаренов. Существенным научным результатом следует считать обоснование региональных фоновых уровней содержания приоритетных ПАУ и выявление закономерностей их пространственного и профильного распределения, что имеет важное значение для развития представлений о функционировании гидроморфных почв в условиях антропогенной нагрузки. Также заслуживают высокой оценки результаты, связанные с идентификацией основных источников поступления ПАУ на основе комплексного использования диагностических молекулярных соотношений, методов пространственного анализа и многомерной статистики, что позволило существенно расширить существующие представления о происхождении и трансформации данных соединений в исследуемых экосистемах.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в возможности использования полученных результатов при проведении экологического мониторинга, оценке степени загрязнения и экологического состояния гидроморфных почв, а также при разработке региональных критериев оценки содержания ПАУ. Установленные автором фоновые значения и диагностические признаки различных источников поступления ПАУ могут служить научной основой для совершенствования систем экологического контроля прибрежных территорий, проведения инженерно-экологических изысканий и разработки природоохранных мероприятий. Полученные материалы представляют интерес не только для научных исследований в области почвоведения, экологии и геохимии, но и могут быть востребованы природоохранными организациями и органами, осуществляющими экологическое нормирование и мониторинг состояния почвенного покрова.

Личный вклад соискателя в выполненное исследование является значительным и подтверждается объемом полученных экспериментальных данных. Автором самостоятельно проведены полевые исследования, выполнены отбор и подготовка почвенных образцов, определены их физические, физико-химические и химические свойства, а также содержание ПАУ. Соискателем выполнены статистическая обработка, картографический и геостатистический

анализ полученных данных, установлены закономерности аккумуляции, пространственного распределения и внутривертикальной миграции ПАУ, проведена идентификация источников их происхождения. Личный вклад автора прослеживается на всех этапах исследования – от постановки научной задачи до анализа, интерпретации полученных результатов и подготовки диссертационной работы.

Структура и содержание работы. Диссертация Т.С. Дудниковой состоит из введения, четырех глав, выводов, списка сокращений, списка литературы и приложений. Работа изложена на 161 странице машинописного текста, содержит 14 таблиц и 57 рисунков. Список литературы включает 242 источника, из которых 175 опубликованы на иностранных языках.

В **первой главе** представлен подробный анализ современного состояния исследований, посвященных ПАУ в прибрежных почвах. Рассмотрены основные источники поступления полиаренов в окружающую среду, особенности их аккумуляции и миграции в почвах, а также современные представления о закономерностях поведения этих соединений в природных и техногенно преобразованных ландшафтах. Проведенный анализ литературы убедительно обосновывает необходимость изучения гидроморфных почв прибрежной зоны Нижнего Дона и Таганрогского залива, для которых подобные исследования до настоящего времени проводились в ограниченном объеме.

Во **второй главе** приведена характеристика района исследований, рассмотрены природные условия, особенности ландшафтов и почвенного покрова, а также дана социально-экономическая характеристика исследуемой территории. Автор подробно описывает объекты исследования, их пространственное распределение и обосновывает выбор площадок мониторинга, что позволяет получить целостное представление об условиях формирования и функционирования изучаемых почв.

Третья глава посвящена методическому обеспечению исследования. Представлены использованные лабораторные и расчетные методы, описаны подходы к определению физических, физико-химических и химических свойств почв, методика определения содержания ПАУ, способы оценки степени загрязнения, идентификации источников происхождения полиаренов, а также методы статистической обработки результатов. Используемый комплекс аналитических и статистических методов является современным, соответствует поставленным цели и задачам исследования и обеспечивает высокую достоверность полученных результатов.

Четвертая глава представляет собой основную часть диссертации и содержит результаты собственных исследований автора.

В разделе **4.1** автором дана комплексная характеристика физических, физико-химических и химических свойств исследованных почв прибрежной зоны Нижнего Дона и побережья Таганрогского залива. Рассмотрены особенности гранулометрического состава, содержания органического углерода, реакции среды, засоленности и других показателей поверхностных и профильных горизонтов различных типов почв. Показано, что выраженная пространственная неоднородность исследуемых почв определяется разнообразием ландшафтно-гидрологических условий, современными процессами осадконакопления и различной степенью антропогенного воздействия. Полученные данные служат основой для последующей интерпретации закономерностей накопления и миграции ПАУ.

В разделе **4.2** подробно исследованы закономерности аккумуляции ПАУ в поверхностном слое прибрежных почв. Автор анализирует уровни содержания отдельных соединений и их суммарных концентраций, особенности распределения низко- и высокомолекулярных полиаренов, а также пространственную изменчивость их содержания в пределах различных функциональных зон исследуемой территории. На основании диагностических молекулярных соотношений проведена идентификация основных источников происхождения ПАУ, показано сочетание пирогенных, петрогенных и природных источников поступления загрязнителей. Особое внимание уделено экологической оценке состояния почв, определению фоновых уровней содержания ПАУ и выявлению участков с повышенной антропогенной нагрузкой. Кроме того, рассмотрено влияние физических, физико-химических и химических свойств почв на процессы аккумуляции полиаренов. Установлено, что определяющую роль в их накоплении играют содержание органического вещества, гранулометрический состав почв и особенности гидроморфного режима.

Раздел **4.3** посвящен исследованию закономерностей внутрипрофильной миграции ПАУ в различных типах гидроморфных почв. Автор подробно анализирует особенности распределения отдельных соединений и их групп по генетическим горизонтам, оценивает влияние органического вещества, гранулометрического состава, глеевых процессов и гидрологического режима на характер перераспределения загрязняющих веществ. Показано, что внутрипрофильная миграция ПАУ определяется сочетанием природных почвообразовательных процессов и интенсивностью техногенного воздействия.

Полученные результаты позволили установить основные механизмы аккумуляции и перераспределения полиаренов в гидроморфных почвах прибрежных территорий и выявить факторы, определяющие особенности их пространственного и профильного распределения.

Результаты диссертационного исследования Т.С. Дудниковой достаточно полно апробированы и опубликованы. По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, из которых 12 статей вышли в высокорейтинговых рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science – 10 первого квартиля и 2 второго квартиля. Основные результаты исследования были представлены и обсуждены на всероссийских и международных научных конференциях, что свидетельствует об их научной востребованности, получении экспертной оценки научного сообщества и достаточной степени апробации основных положений диссертационной работы.

Автореферат полностью соответствует диссертации и отражает её основные положения и выводы.

Несмотря на высокую научную и практическую значимость выполненного исследования, по диссертационной работе имеются отдельные **замечания и вопросы дискуссионного характера**:

1. Исследованные гидроморфные почвы характеризуются высокой динамичностью процессов затопления, подтопления и изменения уровня грунтовых вод. Однако представленные результаты основаны преимущественно на разовых обследованиях территории. Как могут влиять возможные сезонные колебания гидрологического режима на процессы аккумуляции и миграции ПАУ?

2. В работе заявлено, что отбор проб поверхностного слоя почвы 0–20 см проведен согласно ГОСТ 17.4.3.01-2017. При этом данный ГОСТ предписывает проводить отбор из почвенных горизонтов или слоев, типичных данному типу почв. Отбор по глубинам 0-5 и 5-20 см предписывается только для пахотного горизонта сельхозугодий. Для столь широкого спектра исследованных типов почв, насколько обоснован пробоотбор по глубине, а не по генетическим горизонтам?

3. Автор неоднократно подчеркивает, что впервые обоснованы фоновые содержания ПАУ для гидроморфных почв Нижнего Дона и побережья Таганрогского залива, однако обсуждению критериев отбора фоновых участков и их репрезентативности уделено недостаточно внимания. Так, в качестве фонового содержания ПАУ были использованы средние значения, полученные

из четырех разных типов почв: двух аллювиальных луговых насыщенных, дерново-карбонатной и неполно развитой степной (таблица 12). Насколько это оправдано, учитывая большой разброс содержания индивидуальных ПАУ в этих четырех почвах?

4. При использовании диагностических молекулярных соотношений ПАУ, на мой взгляд, следовало более подробно обсудить ограничения данного подхода. В современной литературе отмечается, что диагностические отношения могут изменяться вследствие процессов деградации, селективной миграции и биотрансформации ПАУ. Поэтому было бы полезно подробнее рассмотреть возможное влияние этих процессов на достоверность идентификации источников загрязнения исследуемых почв.

5. В работе присутствуют некорректные фразы и недочеты:

- в работе указано, что для наименования почв была использована, в том числе, международная классификация WRB. Но почему-то автором была выбрана её старая редакция 2014 г., в то время как существует новая редакция 2022 г. Кроме того, некоторые названия записаны не совсем корректно, в частности дополнительные квалификаторы указаны без скобок (стр. 22), а должны указываться в скобках, например, Fluvisols (Salic).

- неудачное название Таблицы 8. Содержание ПАУ в почвах прибрежной зоны в зависимости от типа прилегающего к берегу водоема по результатам однофакторного дисперсионного анализа. Поскольку в таблице приведены Результаты однофакторного дисперсионного анализа – параметры F и p, а не содержание ПАУ.

- в тексте встречается упоминание приложения 1, которого нет в работе.

- таблицы 9 и 10 – не указаны размерности параметров, таблица 12 – отсутствует размерность содержания ПАУ.

- в списке литературы встречаются дубликаты, например источники 4 и 82, 39 и 40, 241 и 242.

Перечисленные замечания не умаляют общую высокую оценку работы, научную и практическую значимость полученных диссертантом результатов. Они носят рекомендательный и дискуссионный характер и могут быть учтены автором при дальнейшем развитии исследований.

Заключение.

Диссертация Т.С. Дудниковой представляет собой самостоятельную, законченную научно-квалификационную работу, вносящую существенный вклад как в теоретическое почвоведение, так и в её прикладные аспекты.

Представленный к защите научный материал получен на основе разносторонних по объему и глубине исследований.

Диссертация Дудниковой Тамары Сергеевны на тему: «Источники происхождения, миграция и аккумуляция полициклических ароматических углеводородов в гидроморфных почвах Нижнего Дона и побережья Таганрогского залива» соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней в ЮФУ» (№32-ОД от 27.02.2026 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. А ее автор, Дудникова Тамара Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук специальности 1.5.19. Почвоведение (биологические науки).

Официальный оппонент:

Лодыгин Евгений Дмитриевич, доктор биологических наук по специальности 03.00.27 – почвоведение, доцент, ведущий научный сотрудник отдела почвоведения Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»

Тел.: +7(908) 32-85-789, e-mail: lodigin@ib.komisc.ru

Адрес места работы:

167982, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Коммунистическая, д. 28,

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»

Тел.: +7(8212) 24-17-36, e-mail: directorat@ib.komisc.ru

04 августа 2026 г.



Лодыгин Евгений Дмитриевич

