

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу **Козырева Дениса Андреевича** «Удельная активность радионуклидов ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K и ^{137}Cs в почвах Ростовской агломерации», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.19. Почвоведение (биологические науки)

Актуальность темы диссертационного исследования.

Актуальность исследования, представленного в диссертационной работе Козырева Дениса Андреевича, обоснована развитием процесса техногенеза и сопряженного с ним поступления в окружающую среду значительных количеств радиоактивных и химических соединений, которые впоследствии способны мигрировать в пищевые цепи и создавать потенциальные риски для здоровья человека и экосистем.

Уникальность подхода автора проявляется в том, что он изучал содержание и пространственное распределение радионуклидов в почвенном покрове и наземных частях травянистых растений в условиях урбоэкосистем в сравнении с особо охраняемыми природными территориями (ООПТ).

Автор в своей работе делает акцент на удельной активности радионуклидов в антропогенно-преобразованных почвах, с учетом специфики их профильного строения и особенности корреляции активности радионуклидов с основными почвенными характеристикам.

В диссертационной работе особое место отведено внутripочвенной миграции радионуклидов, а также закономерностям их перемещения в системе «почва-растения», что вносит определенный вклад в развитие радиоэкологии, ориентированной на урбопедогенез.

Актуальность диссертационной работы Козырева Дениса Андреевича не вызывает сомнения.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Степень обоснованности научных положений, сформулированных в диссертации, подтверждается глубоким анализом отечественной и зарубежной литературы и активным использованием современных достижений науки в обосновании собственных научных гипотез. Автором проанализировано 161-о отечественное издание и 111 зарубежных, доля изданий пятилетнего периода составляет около 18 %.

Методически выверенным подходом к выбору объектов исследования и показателей. Прозрачное описание каждого этапа, начиная от закладки разрезов до определения почвенных показателей, подчеркивает высокий методологический уровень исследования.

Обсуждением на международных и всероссийских конференциях. По теме диссертационного исследования опубликовано 49 работы, 4 из них – статьи в журналах, входящих в базы данных международных индексов научного цитирования Scopus и Web of Science, 1 входит в перечень рецензируемых научных изданий ВАК, а также зарегистрировано 7 баз данных (в соавторстве).

Степень обоснованности выводов и рекомендаций подтверждается широким спектром методов обработки результатов исследований, которые получены за многолетний период с 2013 по 2022 гг., при непосредственном участии автора. Использованием статистических методов с визуализацией в виде графиков, рисунков и зависимостей. Выводы в диссертационной работе четко сформулированы, аргументированы и соответствуют поставленным задачам.

Научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

Научная новизна диссертационной работы Д.А. Козырева в области почвоведения заключается в том, что автор постарался заполнить пробелы в существующей научной информации об экологическом состоянии городских почв, предоставляя обширные данные, которые ранее не были подробно рассмотрены, а носили локальный и эпизодический характер. Десятилетний временной период исследования позволил выявить долгосрочные тенденции в динамике радионуклидов в почвах, что открывает дополнительные возможности для анализа изменений в почвенном покрове в контексте урбанизации.

Теоретической значимостью работы следует признать комплексность и системность проведенных исследований, предоставляющих уникальную возможность для теоретического обоснования процессов, протекающих в почвенном покрове урбанизированных территорий при возможном радиоактивном загрязнении. Этому в определенной степени способствуют данные удельной активности радионуклидов в различных горизонтах почв, коэффициенты биологического поглощения растениями, а также их корреляционные зависимости с физико-химическими свойствами почв.

Практическая значимость работы Д.А. Козырева высока и связана с возможностью использования ее результатов для решения современных проблем устойчивого развития городских территорий, организации

экологического мониторинга, планирования городского строительства и охраны природы.

Применение коэффициентов биологического поглощения растениями является практически важным аспектом, особенно при формировании стратегий охраны зеленых насаждений в городах. Эти данные могут быть полезными для оценки здоровья городских экосистем и разработки мероприятий по их сохранению.

В целом можно констатировать, что диссертация Д.А. Козырева вносит существенный вклад не только в теоретическое понимание влияния урбанизации на почвенный покров, но и в область практического применения этих знаний для устойчивого управления городской средой.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций. Достоверность научных положений и выводов, отраженных в диссертационной работе Козырева Д.А., обеспечена большим объемом натурных исследований, всего было отобрано и проанализировано более 300 почвенных и растительных образцов. Использованием современных и классических методов определения удельной активности радионуклидов, почвенного органического вещества, рН, карбонатов, гранулометрического состава. Использованием статистических методов, таких как критерий Манна-Уитни и анализ главных компонент, которые обогащают анализ данных, делают его более информативным и позволяют выделить существенные закономерности. Кроме того, использование диаграмм рассеяния и ящичных диаграмм улучшает восприятие результатов и их статистическую интерпретацию.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов, списка литературы и приложений. Работа содержит 177 страниц текста, 23 таблиц, 28 рисунков и 6 приложений. Список литературы включает 272 источников, из них 111 на иностранных языках.

В первой главе «Обзор литературы» (12-31 стр.) представлен систематизированный анализ актуальных научных исследований в области радиоэкологии и влияния радионуклидов на экосистемы. В частности, автором подробно рассмотрены роль радионуклидов в природных процессах, генезис и возможные пути загрязнения природных сред радионуклидами, а также их миграция и распространение в экосистемах и урбоэкосистемах.

Данная глава позволяет оценить автора как сформировавшегося ученого, обладающего высоким уровнем научного анализа, способного представить информацию в логичной и структурированной форме.

Вторая глава «Характеристика объектов исследования» (34-52 стр.).

Представляет собой подробное описание объектов исследования. Автор подробно описывает экологическое состояние города Ростов-на-Дону и городов спутников, уделяя особое внимание условиям почвообразования, растительному покрову и классификационному положению исследуемых почв.

Эта информация становится фундаментом для дальнейших шагов в анализе воздействия радионуклидов на почвенную среду. Автор демонстрирует высокий уровень экспертизы в области почвоведения и геоэкологии.

Третья глава «Методы исследования» (стр. 44-46)

Глава 3 представляет собой детальное описание методологии, используемой в работе для достижения поставленных целей. Автор систематизированно рассматривает процессы закладки почвенных разрезов и отбора почвенных проб, отражая методологию исследования, а именно выбор местоположения разрезов, глубину, на которой производится отбор проб, и критерии выбора точек для исследования. Это обеспечивает надежность и достоверность полученных данных.

Методы определения удельной активности ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{40}K в этих пробах, описывая использованные методы и приборы, а также шаги для минимизации погрешности (увеличение количества почвенных и растительных образцов и аналитических повторностей), что подтверждает высокий уровень достоверности исследования.

Автором подробно представлены использованные методы и критерии для определения ключевых физико-химических и биогеохимических параметров. Это позволяет получить обширную информацию для оценки состояния исследуемых территорий.

В четвертой главе «Результаты и обсуждение» (стр. 47-114) в десяти подглавах представлены основные данные, полученные автором и интерпретированные им в виде графиков, рисунков и зависимостей.

В подглаве 4.1 "Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения от почв Ростовской агломерации и прилегающих ООПТ" автор обобщает результаты исследования, предоставляя информацию о логнормальном распределении мощности дозы в различных зонах города. Анализируется разброс гамма-фона в селитебных, рекреационных и особо охраняемых территориях, а также выявляются различия в форме распределения в городских условиях.

Полученные результаты являются значимыми для оценки воздействия городской застройки на радиационный фон и предоставляют базовую информацию для мониторинга радиационного состояния природной среды.

Подглава 4.2 посвящена изучению удельной активности радионуклидов в почвах объектов особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Ростовской

области. Автор акцентирует внимание на уникальности природных экосистем ООПТ, подчеркивая их относительную нативность и отсутствие антропогенного воздействия.

Важным результатом является выявление "нулевого момента" содержания в почвах ООПТ ряда радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs), что создает основу для дальнейших сравнительных анализов. Полученные данные характеризуются нормальным распределением в пределах погрешности измерения и отражают совокупную выборку для естественных радионуклидов.

Подглава 4.3 посвящена исследованию удельной активности радионуклидов в естественных почвах Ростовской агломерации. Автор выделяет средние значения общей удельной активности естественных радионуклидов и искусственного радиоцезия, сопоставляя их с данными, полученными для особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Ростовской области, и с мировыми средними значениями.

Интересен вывод об уникальности городских почв естественного сложения, которые не подверглись воздействию строительной деятельности. Такие почвы характеризуются стабильным растительным покровом и сохранением целостности почвенного профиля, что оказывает влияние на распределение активности радионуклида ^{137}Cs . Отмечается плавное снижение активности вниз по профилю, что представляет научный интерес для понимания процессов миграции радионуклидов в городской среде.

Подглава 4.4 посвящена исследованию удельной активности радионуклидов в естественных почвах Ростовской агломерации под древесными и травянистыми фитоценозами.

Показано, что медианные значения активности ^{137}Cs в травянистых фитоценозах в два раза выше, чем в древесных. Это различие объясняется интенсивностью биогеохимического круговорота под степными и луговыми сообществами. Растительность этих фитоценозов оказывает влияние на миграцию и аккумуляцию радионуклида ^{137}Cs в почвах, что представляет интерес для понимания взаимосвязей между растительностью и радиационным фоном в городской среде.

Таким образом, данная подглава вносит важный вклад в понимание роли растительности в распределении радионуклидов в городских почвах и выявляет факторы, влияющие на активность ^{137}Cs в зависимости от типа фитоценоза.

Подглава 4.5 посвящена изучению удельной активности радионуклидов в антропогенно-преобразованных почвах Ростовской агломерации.

Автор предполагает, что синлитогенные горизонты урбика несут в своем составе различные элементы строительных материалов с непредсказуемым

радионуклидным составом. Поддерживая эту гипотезу, он отмечает, что группа антропогенно-преобразованных почв обладает пестрым гранулометрическим составом и низким содержанием органического вещества, что может снижать способность удерживать радионуклиды в почвенном профиле. Возможно, погребение этих почв также оказывает положительный защитный эффект от воздействия радионуклидов.

Подглава 4.6 рассматривает удельную активность радионуклидов в группе антропогенно-преобразованных почв Ростовской агломерации, разделяя их по степени запечатывания (экранированные и неэкранированные).

Автор подчеркивает, что экранированные почвы, которые защищены от внешних воздействий, имеют ограниченный разброс значений для ^{137}Cs , в то время как у неэкранированных почв этот разброс расширяется до 3,0 Бк/кг. Это свидетельствует о том, что запечатанные почвы обладают более стабильным состоянием радионуклидов, в то время как антропогенно-преобразованные почвы, содержащие дневные горизонты урбика, более подвержены изменениям, внутрисочвенной миграции и, следовательно, вариабельности активности радионуклидов.

Дополнительно, рассматривается медианное значение активности калия в экранированных и неэкранированных почвах. Экранированные почвы показывают медианное значение активности калия 448,0 Бк/кг, в то время как в неэкранированных почвах оно составляет 394,0 Бк/кг. Автор объясняет эти различия влиянием запечатывания на мобильность и распределение обменного калия в почве.

Подглава 4.7 посвящена профильному распределению удельной активности радионуклидов в естественных почвах Ростовской агломерации, под древесными и травянистыми фитоценозами.

Автор представляет профильные распределения радионуклидов, включая черноземы под травянистыми и древесными фитоценозами в черте города, а также черноземы территорий особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

Из графиков видно, что в черноземах удельная активность ^{137}Cs резко снижается с глубиной, причем максимальные значения зафиксированы в гумусово-аккумулятивной толще. При этом в почвах под древесными фитоценозами и ООПТ наблюдается более резкое снижение активности. Активность ^{226}Ra не показывает значительных различий по профилю, в то время как для ^{232}Th характерна максимальная активность в гумусово-аккумулятивных горизонтах.

Интересно отметить, что в почвах ООПТ достоверные различия в выборках не обнаружены, при этом максимальная медиана приурочена к первому карбонатному барьеру в горизонте. Эти наблюдения предоставляют информацию о воздействии различных растительных ассоциаций на внутрипочвенную миграцию естественных и искусственных радионуклидов в черноземах Ростовской агломерации.

Подглава 4.8 посвящена профильному распределению удельной активности радионуклидов в антропогенно-преобразованных почвах (АПП) Ростовской агломерации, с учетом их экранированности и неэкранированности.

Автор проводит сравнительный анализ между экранированными и неэкранированными почвами города. Исследование позволяет не только определить степень загрязнения почвы, но также дает оценку сохранности внутрипочвенных процессов миграции и седиментации отдельных почвенных компонентов.

Подглава 4.9 предоставляет обширный анализ данных об удельной активности радионуклидов в почвах Ростовской агломерации, включая ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K и ^{137}Cs . Визуализация данных в виде графиков и диаграмм позволяет легко воспринимать результаты и делать сравнения между различными типами почв и горизонтами.

В подглаве 4.10 подробно исследуется удельная активность радионуклидов в травянистом ярусе и почвах Ростовской агломерации, а также прилегающих объектах охраняемой природной территории.

Исследование коэффициентов биологического поглощения радионуклидов растениями позволяет оценить степень переноса радионуклидов из почвы в растения.

Итоговые таблицы с активностью радионуклидов в расчетном корнеобитаемом слое почвы предоставляют комплексную картину удельной активности в различных точках и на разных глубинах.

В заключение работы приводятся выводы, список использованной литературы и приложения. В выводах приводятся полученные автором основные результаты диссертационного исследования.

Приложение свидетельствует о большом объеме выполненной работы и достоверности полученных результатов.

Автореферат диссертации в полном объеме отражает содержание диссертации.

К работе имеются некоторые вопросы и замечания:

1. При проведении анализа удельной активности радионуклидов в системе «почва-растения» возможно лучше было использовать участки,

заведомо принадлежащие к одной и той же почвенной разности. Это бы помогло исключить межтиповые различия почв, а также возможность того, что почвы парково-рекреационной зоны города еще до посадки деревьев имели отличия в значениях удельной активности радионуклидов.

2. В работе не всегда учитываются прочие факторы, которые могут влиять на радиоактивное загрязнение, такие как метеорологические условия, изменения в земельном использовании и др. Учет этих факторов мог бы дать более полное представление о динамике радиоактивного загрязнения.

3. Учитывая специфичность Ростовской агломерации, какие рекомендации Вы бы дали для исследователей в других географических областях?

4. Вызывает определенную озабоченность наличие точек измерения эквивалентной дозы гамма-излучения с величиной выше 0,3 мкЗв/ч, которые отражены в таблице №1. Эта аномалия может быть связана с возможностью присутствия радиационного источника. В связи с этим организован ли Вами мониторинг на данных точках?

5. На рисунке 9, представлены данные для удельной активности радионуклидов в антропогенно-преобразованных экранированных и неэкранированных почвах. Требуется дополнительных пояснений разброс активности ^{40}K в экранированных и неэкранированных почвах, т.к. предлагаемая гипотеза, связанная с влиянием растений на поглощение калия не совсем правильно описывает выявленные различия.

6. Насколько правильно оценивать поступление и накопление радионуклидов в травянистых растениях, рассчитывая средневзвешенную радиоактивность почв в слоях 0-10 см, 0-30 см, 0-100 см, и что послужило основанием именно для такой градации?

Общее заключение. Диссертация Козырева Дениса Андреевича «Удельная активность радионуклидов ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K и ^{137}Cs в почвах Ростовской агломерации» является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне.

Работа написана грамотным научным языком, хорошо иллюстрирована. Материал представлен в логической последовательности, стиль изложения и оформление соответствуют уровню требований, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Полученные результаты, сделанные выводы и сформулированные положения научно обоснованы, достоверны, подтверждены значительным натурным и аналитическим материалом, имеют существенную научную значимость и большую практическую ценность.

Поставленные задачи решены, цель исследования достигнута, работа прошла успешную апробацию на многих международных и всероссийских конференциях.

Отмеченные замечания и вопросы ни в коей мере не подвергают сомнению достоверность результатов и выводов рассматриваемой диссертации.

Таким образом, по своей актуальности, современным методам исследования, объему фактического материала и качеству его анализа и обработки, научной новизне и практической значимости диссертационная работа и автореферат отвечают требованиям «Положения о присуждении ученых степеней в ЮФУ» (№270-ОД от 29.09.2023 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Козырев Денис Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.19. Почвоведение (биологические науки).

Официальный оппонент:

Назаренко Ольга Георгиевна - доктор биологических наук по специальности

03.00.27 – почвоведение, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение Государственный центр агрохимической службы «Ростовский» (ФГБУ ГЦАС «Ростовский»), директор
тел.: 7(905)450-38-14, e-mail: nazankoo@mail.ru

Адрес места работы:

346735, пос. Рассвет Аксайского р-на Ростовской обл., ул. Институтская,
д.2

Тел.: 7(86350)37-1-29, Е-mail: agrohim_6@mail.ru

Назаренко Ольга Георгиевна

Подпись О.Г. Назаренко удостоверяю:

Специалист по кадрам
ФГБУ ГЦАС «Ростовский»



06.12.2023

Е.Д. Петровская