

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата географических наук Енчилик Полны Романовны
на тему: «Формы нахождения и подвижность химических элементов в
южно-таежной почвенно-геохимической катене Центрально-Лесного
заповедника» по специальности 1.6.12 – физическая география и
биогеография, география почв и геохимия ландшафтов

Актуальность темы диссертационного исследования. В настоящее время при возрастании негативного воздействия на окружающую среду мониторинг состояния природных экосистем особо актуален. Часто мониторинговыми площадками служат особо охраняемые природные территории. Оценка состояния компонентов фоновых ландшафтов служит отправной точкой при разработке основ экологического мониторинга и выработки мер диагностики химического загрязнения. Уровни содержания химических элементов в почвах и растениях биосферных резерватов могут использоваться в качестве фоновых для прилегающей территории.

В геохимических исследованиях большое внимание уделяется не только определению валовых содержаний химических элементов, но и изучению форм их нахождения, поскольку именно форма связи элементов с почвенной матрицей определяет степень их подвижности. Подвижные соединения как правило анализируют в почвах, испытывающих антропогенные воздействия - агроландшафты, урболандшафты и техногенно трансформированные ландшафты, в то время как в почвах природных ландшафтов такие исследования малочисленны, особенно в пределах почвенно-геохимических катен. При этом, распределение и взаимосвязь химических элементов между почвой и растениями обусловлены рядом факторов, таких, как тип почвы, преобладающий вид растений, климатические условия, сезонность, а также положение в ландшафте, которые в итоге обуславливают радиальную и латеральную миграцию веществ. В фоновых почвах таежных ландшафтов

сопряженные исследования радиальной и латеральной миграции элементов и веществ, а также присутствие геохимических барьеров на пути их движения практически не изучены. Природное разнообразие форм нахождения химических элементов в фоновых почвах очень велико, что обуславливает необходимость подбора наиболее информативных методов анализа и условий их применения. В этом отношении работа Енчилик Полины Романовны, направленная на изучение основных закономерностей радиального и латерального распределения форм соединений химических элементов и оценке их подвижности в южно-таежной почвенно-геохимической катене на примере Центрально-Лесного заповедника несомненно является актуальным исследованием, позволяющим решать фундаментальные вопросы геохимии

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций. Положения и выводы диссертации научно обоснованы и достоверны ввиду обширного фактического материала, накопленного в ходе полевых и лабораторных исследований, выполненных на современном высокоточном оборудовании в аккредитованной лаборатории. Закономерности изменения подвижности и биодоступности химических элементов выведены на основе обобщения аналитических результатов и расчетов геохимических показателей миграционной активности элементов, подкрепленных рядом статистических тестов. Поставленные автором цель и задачи исследования достаточно четко определены и соответствуют содержанию представленной работы, главы работы ориентированы на отражение результатов по задачам, поставленным в диссертации и вынесенным в защищаемых положениях.

На защиту соискатель представляет 3 защищаемых положения. В первом положении отражены особенности валового содержания и форм нахождения изучаемых элементов в фоновых почвах исследуемой таежной зоны. Во втором положении дана характеристика сезонной изменчивости радиального и латерального распределения форм нахождения химических элементов в почвенно-геохимической катене. В третьем положении отражена оценка

потенциальной подвижности и биодоступности элементов в генетических горизонтах почв катены. Первое защищаемое положение подтверждено результатами полевых и лабораторных исследований, приведенными в главе 4. Второе и третье положения подтверждены результатами полевых и лабораторных исследований и представлены в главах 5 и 6 соответственно. Результаты работы прошли апробацию и представлены на международных и всероссийских конференциях, опубликованы в 7 статьях, 3 из которых входят в список ВАК.

Научная новизна и практическая значимость работы.

С использованием накопленного банка данных исследование Енчилик Полины Романовны впервые позволило оценить сезонные тренды валового содержания и подвижных форм 20 химических элементов в зависимости от положения почвы в почвенно-геохимической катене. Проведен детальный скрининг радиальной и латеральной дифференциации форм соединений широкого спектра элементов по сезонам года, что дало полное представление о закономерностях пространственной и сезонной изменчивости подвижных форм химических элементов и влияющих на них факторов. В исследуемых почвах установлен тип распределения изучаемых форм химического элемента. В работе использован новый оригинальный подход к выбору метода определения подвижных форм, оценке потенциальной подвижности и биодоступности химических элементов в почвах. Разработка и апробация новых подходов и методов при определении содержания форм нахождения химических элементов в почвах имеет важное значение для эколого-геохимического мониторинга. Выявлено, что на распределение подвижных соединений элементов в почвах таежных ландшафтов значительное влияние оказывает кислотность, количество органического вещества, увлажненность и положение в рельефе. Приведена классификация химических элементов по потенциальной подвижности и биодоступности. Результаты исследования послужат основой для усовершенствования подходов при мониторинге экологического состояния фоновых ландшафтов, для создания моделей

прогнозирования латерального и радиального массопереноса веществ в лесных экосистемах, а также будут служить эталоном сравнения для определения степени техногенной нагрузки на прилегающие техногенные территории, для изучения условий массопереноса химических элементов в таежных ландшафтах

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и приложения. Работа изложена на 155 страницах печатного текста, содержит 21 таблицу, 33 рисунка и шесть приложений. Список литературы включает 248 источников, в том числе 113 на иностранных языках.

Анализ диссертации по главам.

В первой главе приведен обширный литературный обзор отечественных и зарубежных источников о формах нахождения элементов в почвах природных таежных ландшафтов, где были представлены их уровни содержания, их радиальное и латеральное распределение. Вторая глава содержит сведения о физико-географической характеристике южной части Валдайской возвышенности, включая описание рельефа и почвообразующих пород, климат, поверхностные и грунтовые воды, растительный и почвенный покров. Третья глава описывает общие сведения об объектах и методах исследования, почвенно-геохимической катене, методиках проведения полевых работ, аналитических измерений, геохимических методах оценки содержания элементов и статистических расчетов. В четвертой главе приведена характеристика физико-химическим свойствам почв, биогеохимической структуре ландшафтов, уровням содержания форм химических элементов в почвах. Пятая глава направлена на всестороннее рассмотрение процессов, приводящих к радиальной и латеральной дифференциации почв, выполнен анализ сезонной изменчивости радиального и латерального распределения элементного состава. В шестой главе подробно изложена подвижность химических элементов в почвах катены, выявлен вклад различных форм нахождения химических элементов в общую подвижность,

определена биодоступность и потенциальная подвижность химических элементов, выделены ряды подвижности химических элементов в почвах.

Выводы и Заключение вытекают из данных экспериментальных исследований и полностью обоснованы.

Несмотря на высокую оценку работы, имеются некоторые **вопросы и замечания:**

1) Не прописаны условия отбора проб почвы и растений. По какому принципу в разные годы были выбраны разные сезоны для отбора почвенных и растительных образцов: 2016 (сентябрь), 2017 (июнь, ноябрь) и 2018 годов (май). Как соотносятся между собой результаты, полученные на основе отбора проб в разных месяцах (сентябре и ноябре) одного сезона? (стр. 63 диссертации).

2) В диссертации приведен перечень программ для расчета статистических методов. Однако, на рисунках и в таблицах не отображены результаты статистического анализа Т-критерия Уилкоксона. Описание метода (стр. 39) и результатов анализа главных компонент (стр. 116) нуждается в детализации. Проводилась ли нормализация данных? Адекватны ли размеры выборок для анализа 30 переменных? Каким образом определяли число главных компонент и достоверность модели? На рисунке 6.3 показаны проекции основных и вспомогательных переменных на плоскость двух главных компонент. Почему химические элементы выступают вспомогательными переменными?

3) Диссертант предлагает для определения потенциально подвижных соединений химических элементов суммировать содержание обменных, комплексных и сорбированных соединений химических элементов. Однако, при суммировании результатов обменных и сорбированных форм элементов не учитывается аддитивность вытяжек. Это связано с тем, что сорбированные формы элементов включают в себя как специфически-, так и неспецифически сорбированные соединения. Последние входят в состав обменных соединений элементов. Возможно поэтому, как в случае с Cd, Co, Mn, Pb, сумма 3-х форм

каждого из металлов может быть равна 100% (стр. 102). Поэтому предлагается потенциально подвижные формы рассматривать как сумму комплексных и сорбированных соединений элементов.

4) Чем объясняется отсутствие содержания As, Bi, Mo, Sb, W в ноябре 2017 и мае 2018, тогда как в сентябре 2016 и июне 2017 содержание данных элементов было выше пороговой концентрации обнаружения прибора (рис. 6.1).

5) Отмечается, что сезонная дифференциация соотношения подвижных форм соединений элементов обусловлена избирательным поглощением из почвы наиболее востребованных элементов растениями: As, Bi, Mo, Sb, W. При этом, Mo, W и Sb отнесены к малоподвижным элементам (стр. 103 стр. диссертации). Чем обусловлена наиболее высокая востребованных данных элементов растениям и с чем связана высокое варьирование Bi ($C_v > 80\%$) и Sb (98%) в отличии от всех исследуемых элементов? (стр. 58 диссертации).

6) В диссертации на стр. 116 указано: «По сравнению с органоминеральными горизонтами, в элювиальном горизонте в группу наиболее подвижных элементов добавляется Co, у которого в средней части профиля увеличивается доля в F3 форм соединений, сорбируемых оксидами Mn. Также у элемента в этом горизонте наблюдается значимая корреляция с pH». Может ли Co составлять группу наиболее подвижных соединений, если он находится в форме, связанной с оксидами Fe-Mn? К тому же значительная корреляция с pH указывает на наличие геохимического барьера в данной части профиля.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация Енчилик Полины Романовны является законченной научной работой и отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.12 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов (по географическим наукам), а также

критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. Таким образом, соискатель Енчилик Полина Романовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.12 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов.

Официальный оппонент:

Доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой почвоведения и оценки земельных ресурсов Федерального автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» Минкина Татьяна Михайловна

«12» февраля 2023 г.

Контактные данные:

Тел. 7(918) 5531632, e-mail: minkina@sfnedu.ru

Специальности, по которым официальным оппонентом защищена диссертация:

03.00.27 - Почвоведение (биологические науки),

03.00.16 - Экология (биологические науки).

Адрес места работы:

344090, г. Ростов-на-Дону, проспект Стачки, 194/1.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов

Тел.: + 7 (863) 297-50-70, E-mail: minkina@sfnedu.ru

Подпись Минкиной Т.М. удостоверяю

Директор Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного федерального университета

«12» февраля 2023 г.



К.Ш. Казеев