

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Нестерук Галины Владимировны «Геохимия макро- и микроэлементов и метана ландшафтов болот Псковской области», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по направлению «Науки о Земле», специальности 25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов

Диссертационное исследование Г.В. Нестерук посвящено изучению ландшафтов в целом и их отдельных компонентов на фоновых территориях, представляющих интерес как отправная точка в экологическом нормировании. Изучаемый район Полистово-Ловатского болотного массива расположен в пределах Европейской части России, на пересечении воздушных масс из стран Европы, агломераций гг. Санкт-Петербурга, Мурманска, Архангельска, Москвы, здесь особенно актуальна разработка мер по оценке влияния трансграничного аэрогенного загрязнения тяжелыми металлами на болотные ландшафты. Болота занимают 21,6% площади России и являются мощными источниками метана, второго по значимости парникового газа, определяющего климатические изменения на планете. На карте содержаний и потоков метана при хорошей изученности Западной Сибири, Северо-Запад России остается «белым пятном», что не позволяет адекватно оценить долю болот в потоке метана в масштабах страны. Поэтому внимание диссертанта к данной теме было сосредоточено на крупнейшей в Европе Полистово-Ловатской системе верховых болот. Полученные данные могут быть важны в практике и теории геохимии ландшафтов. Работа классифицирует различного ранга таксономические единицы ландшафта, предлагает данные для региональных фоновых содержаний химических элементов и оценки вклада болотных экосистем Псковской области в эмиссию метана в атмосферу от естественных источников, изучает связи содержания метана с концентрациями химических элементов. Впервые проведено выявление слабо изученных геохимических связей между концентрацией макро- и микроэлементов и содержанием метана в компонентах ландшафтов верховых болот.

Основная идея диссертации Г.В. Нестерук заключена в доказательстве того, что содержание метана в воде, верхних горизонтах почв и донных отложений тесно коррелируют с его потоками в атмосферу – их величины максимальны в микроландшафтах переходных топей, черных мочажинах грядово-мочажинного комплекса, озерах озерно-денудационного комплекса, а потоки метана в атмосферу с поверхности Полистово-Ловатской болотной системы выше по сравнению с установленными для Иласского массива. Валовые содержания макроэлементов Fe, Al и микроэлементов Mn, Ni, Cr, Cu, Zn проявляли значимую обратную связь с содержанием метана, а теснота связи содержания Pb, As с содержанием метана носила противоречивый характер и была в основном незначимой, в то время как содержание Cd с CH₄ была в основном незначимой.

В обосновании своего подхода автор положил оригинальный фактический материал, полученный в результате ряда экспедиционных работ, проводимых сотрудниками кафедры физической географии, экологии и охраны природы Института наук о Земле и Академии биологии и биотехнологии Южного федерального университета с участием диссертанта.

Источниковая (натурная) база диссертации весьма фундаментальна. Автором собраны и соответствующим образом проанализированы материалы полевых исследований, проведенных в 2008-2016 гг. Нестерук Г.В. принимала участие в полевых исследованиях 2008-2015 гг., интерпретации результатов, производила отбор и подготовку проб, лабораторный анализ почв, собрала, обобщила, материал, провела его камеральную и картографическую обработку. Приведены результаты анализов проб воды, донных отложений, почв на содержание макро- (Al, Fe, Ca, Mg, Ti, P, K) и микроэлементов (V, Sr, Cr, Zn, Ni, Cu, Co, Pb, As, Mn, Cd), органического углерода, определены физико-химические свойства почв (рН, гранулометрический состав, содержание обменных оснований, емкость катионного обмена). Обобщено более 2000 данных, проведены определения: содержания и потоков метана – 620, содержания ТМ – 607, органического вещества – 600 и физико-химических свойств почв – 600, 39 проб зеленой массы растения *Ledum palustre* L. Заложено 42 ландшафтных профиля, 9 почвенных разрезов.

Поставленные для данного исследования цель и задачи (всего 7) четко определены и соответствуют композиции работы, каждая глава которой (всего 5 глав) отчетливо ориентирована на отражение результатов одной или нескольких задач, поставленных в диссертации и отраженных в защищаемых положениях.

Отмечая четкую композицию рассматриваемой диссертации, с точки зрения основного содержания, её можно разделить на три части, одна часть представляет описание исследуемой местности, необходимое как первичная информация для понимания и интерпретации процессов. Вторая часть связана с исследованием геохимических особенностей территории и третья часть – обработка и анализ первичного материала с получением выводов.

В частности, в первой главе кандидатской диссертации приведен обзор изученности исследуемого района и оценена степень внимания ученых к вопросу газового и элементного состава компонентов ландшафтов верховых болот. Выявлено, что не вся территория Полистовско-Ловатского болотного массива и сопредельных участков охвачена описаниями ландшафтов, растительного покрова, имеющиеся данные единичны, работы по составлению геоботанической карты находятся на стадии проведения; изучены свойства почв и содержание в них ПАУ на двух локальных участках на севере и юге заповедника. Содержание химических элементов и метана в почвах и потоки метана в атмосферу не исследованы. Обычно математические модели потоков метана не учитывают микроландшафтной специфики территории, которая фиксируется простым, малозатратным, универсальным камерным методом. При анализе работ, посвященных метаногенезу и бактериальному пулу, автором выявлено, что связь между генерацией метана и содержанием макро- и микроэлементов в почвах до сих пор остается слабо изученной и противоречивой. Хотя, стоит сделать замечание автору, что теоретически связь между упомянутыми геохимическими характеристиками болот прослеживаться и так не должна, так как элементы относятся к различным циклам круговорота веществ.

Автором получены результаты исследований ландшафтной структуры и почвенного покрова мало изученных природных комплексов верховых болот, элементный и газовый состав их компонентов (почв, донных отложений, растения *Ledum palustris* L.). Впервые с

помощью геохимических и статистических методов рассчитаны регрессионные модели, адекватно описывающие связь концентраций и потоков метана в атмосферу и зависимость между содержанием метана и химических элементов в компонентах исследуемых ландшафтов.

В главе очень подробно описаны участки исследования: Полистовский заповедник (охраняемая часть Полистово-Ловатской болотной системы площадью 379,8 км²) и Радиловский массив (68,8 км²), что важно для оценки достоверности выводов диссертанта об особенностях изучаемых природных процессов.

Вторая глава содержит описание объектов и методов исследования: выбор участков, площадок мониторинга, методик опробования, определения содержания макро- и микроэлементов, метана, потоков метана. По серии ландшафтных профилей с ключевыми участками для участков Полистовского заповедника и Радиловского массива составлены ландшафтные карты с выделением водно-болотных, лесоболотных, лесных, луговых и водных ландшафтов и станциями геохимического опробования. Проведена типизация элементарных геохимических ландшафтов по методике М.А. Глазовской.

Глава три посвящена описанию ландшафтной структуры территории и свойств почв. Дана очень подробная схема фактической ситуации на участке проведения исследований. Материал очень ценен с точки зрения анализа процессов, но содержит некоторые неточности в описаниях. Выявлено, что природные комплексы Полистовского заповедника находятся в естественном состоянии, ненарушенном деятельностью человека. Делаются верные и обоснованные выводы о том, что экологическую роль Полистово-Ловатской болотной системы для сохранения биологического разнообразия трудно переоценить: она является водно-болотным угодьем мирового значения, рефугиумом для растений и животных, сорбентом, поступающих с атмосферными осадками примесей, регулятором поверхностного стока и газового режима атмосферы. Очень подробное описание географии и физико-химии почв позволяет сделать выводы о сильной почвоведческой подготовке автора.

В главе 4 проводятся определения региональных фоновых содержаний химических элементов в поверхностном (0-15 см) слое почв и донных отложений, распределение элементов в системе «почва–растение» (на примере багульника болотного *Ledum palustre* L.), почвенно-генетические исследования. Установлены близкие величины Fe, Cr, Mn в дерново-буро-подзолистых, дерновых остаточно-карбонатных почвах, ржавоземах, буроземах, донных отложениях и низкие значения в бедных элементами минерального питания торфяных почвах (табл. 3). Уровни содержания элементов особенно Fe, Pb, в пирогенных почвах выше, (более чем на порядок) и Cu (в 5 раз), чем в незатронутых пожаром почвах.

Содержание элементов в 0-15 см почв, донных отложений и в растении *Ledum Palustre* L.

Глава пять отражает основные результаты по изучению содержания и потоков метана их взаимосвязь с микроэлементами в компонентах ландшафтов. Определены содержания и потоки метана в компонентах ландшафтов Полистово-Ловатской болотной системы и Радиловского массива, суточная динамика и моделирование потоков метана. Содержание метана в воде изменялось в диапазоне 17,0-7600,0 мкл/л, в верхних 0-15 см торфяной залежи

и почв – <0,01-33,0 мг/кг влажной массы (в.м.), в донных отложениях рек и озёр – 8,31-70,0 мг/кг

Наибольшие содержания метана – в воде черных мочажин и переходных топей, пушицево-сфагновых мочажин ГМК, сфагновых топей, а также покрытых осоками прибрежных территорий озер и рек (табл. 4). Максимальным было содержание метана в торфах ОДК (2,71–29,8 мг/кг) и топяных микроландшафтов (1,84–33,0 мг/кг, рис. 7). Минимальные значения как содержаний, так и потоков метана отмечены на приподнятых аэрированных участках различных микроландшафтов, горизонтах автоморфных почв. Заболоченные леса отличаются относительно высокими содержаниями метана, благодаря высокой обводненности и большому количеству органического вещества. Содержания метана выше в воде и донных отложениях озёр и рек исследуемых болотных массивов выше по сравнению с расположенными за пределами болот водоемами и водотоками Северо-Запада ЕТР.

Скорость эмиссии метана в атмосферу варьирует в пределах от <0,1 до 87,7 мг/(м²·ч), в среднем составляя 16,3 мг/(м²·ч), максимум значениях на переходных топях (31,3–87,7 мг/(м²·ч)), мочажинах ГМК и озерах ОДК (табл. 9, рис. 5). На обводненных участках с угнетенным состоянием сфагновых мхов (черные мочажины ГМК, ОДК) содержания и потоки метана повышенные. Среди водных объектов относительно высокими потоками метана в атмосферу отличаются реки, мелиоративные каналы и места впадения рек в озера с относительно замедленной скоростью водообмена (тростниково-осоковые сообщества).

В целом после анализа содержания глав работы можно сделать вывод о том, что диссертация написана хорошим научным профессиональным языком.

К сожалению, в работе можно найти недочеты. Естественно, что исследование подобного рода (кандидатская диссертация) включает в себя ряд нерешенных или дискуссионных вопросов, на которые было обращено внимание при анализе содержания и выводов по главам работы в данном Отзыве.

Можно подчеркнуть следующие наиболее принципиальные замечания:

На мой взгляд, нужно было более емко сформулировать задачи диссертационного исследования. Семь задач для кандидатской работы при достойной проработке каждой из них является колоссальным трудом. Например, необходимо более четко сформулировать задачу №6 «Построение регрессионных моделей...эмиссии метана болотами...», сформулировав в зависимости от каких именно регрессоров (предикторов) автор рассматривает эмиссию метана. Этот же вопрос возникает при прочтении позиции №4 в разделе «Научная новизна»

Вызывает вопрос цепочка компонентов ландшафта, описанная при наблюдении за эмиссией метана «атмосфера-почвы-гидросфера». Подобное описание системы вызывает представление, что эмиссия начинается в атмосфере и заканчивается в водных объектах.

Высказанные замечания и мнения оппонента ни сколько не снижают научной ценности и самой высокой оценки проведенной работы Г.В. Нестерук, новизна и значимость которой не вызывает сомнений.

Следует отметить важный факт, что практически все положения и результаты проведенных исследований были опубликованы в статьях автора (всего 15 наименований наиболее важных публикаций).

Из всего сказанного можно сделать вывод, что кандидатская диссертация Г.В. Несетрук «Геохимия макро- и микроэлементов и метана ландшафтов болот Псковской области» - это законченный и достойный научный труд, имеющий важное значение для развития географии почв, почвоведения, геохимии ландшафтов и других физико-географических направлений.

Достоверность положений и выводов подтверждается использованием общераспространенных методов сбора первичного материала и его анализа, расчетами с применением математического (статистического) аппарата, многочисленными представлениями материала в период апробации работы на статусных научных мероприятиях. Соблюдено требование по количеству и качеству публикаций автора в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК для публикации основных результатов диссертации, в других изданиях. Автореферат полностью отображает содержание диссертации.

Таким образом, диссертационное исследование Г.В. Несетрук соответствует требованиям ВАК Министерства высшего образования и науки Российской Федерации и пункту 9 Постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842 «О порядке присуждения учёных степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а его автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов (Науки о Земле).

Официальный оппонент

Директор Института наук о Земле
Федерального государственного
автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Тюменский государственный университет»
Кандидат географических наук,
специальность 25.00.36 – Геоэкология (Науки о
Земле)
Доцент ВАК по кафедре физической географии и
экологии

Хорошавин Виталий Юрьевич

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный
университет»
Россия, 625003, г. Тюмень, ул. Володарского, 6
Тел.: (3452) 59-74-91 (доп. 13300),
+7 912 397 05 98

27.01.2020



Хорошавин В. Ю. одобряю
Управление по работе с персоналом
М.В. Машинкин
28.01.2020