

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Гашковой Людмилы Павловны «Биогеохимия Zn, Pb, Cd и Cu на примере болот юго-восточной части Западно–Сибирской равнины», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.23 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов

В Западной Сибири усиление промышленного воздействия на экосистемы требует всестороннего анализа источников загрязнения и его последствий. В то же время научно-методическая основа работ по геохимическому мониторингу еще далека от совершенства. В частности, не выявлены в должной мере региональные закономерности распределения тяжелых металлов в почвах и растениях. Верховые болота, являющиеся автономными ландшафтно-геохимическими комплексами, признаны наиболее подходящими объектами мониторинга атмосферного загрязнения. В этом отношении работа Л.П.Гашковой очень актуальна. Элементы Zn, Cu, Pb и Cd, концентрация которых рассматривается в работе, являются одними из основных загрязнителей окружающей среды, токсичных для человека. Цель диссертационного исследования Л.П.Гашковой – оценка содержания и распределения Zn, Cu, Pb и Cd в системе торф – растение в естественных условиях и при антропогенном воздействии на болота юго-восточной части Западно–Сибирской равнины.

Для достижения поставленной цели соискателем были решены следующие задачи:

1. Проведен анализ природных условий, определяющих специфику накопления Zn, Cu, Pb и Cd растениями болот;
2. Определены фоновые уровни содержания Zn, Cu, Pb и Cd в торфе и растениях болот на примере ряда ключевых участков;
3. Установлены степень влияния разных типов антропогенных нарушений на накопление тяжёлых металлов в растениях;
4. Выявлены различия биогеохимической активности исследованных видов растений в естественных условиях и при антропогенном воздействии на экосистемы болот.

Научная новизна работы состоит в установлении региональных фоновых концентраций Zn, Cu, Pb и Cd в растениях и торфе, определении степени влияния различных типов антропогенного воздействия на накопление тяжёлых металлов растениями болот. Несмотря на то, что состав торфа и болотных растений в Западной Сибири исследуется достаточно давно и отражен в многочисленных публикациях, такой полный охват проблемы с акцентом на анализ различных форм антропогенной трансформации встречается впервые. Новыми являются данные сопряженного анализа торфа и растений – торфообразователей в юго-восточной части Западной Сибири и предложенный автором коэффициент относительной биогеохимической активности.

Диссертация, изложенная на 176 страницах текста, состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы, состоящего из 301 источника, включает 75 рисунков, 18 таблиц.

В главе 1 (с.12-32) проведен анализ современных теоретических представления о биогеохимических особенностях болот, миграции металлов в системе почва- растение, антропогенных источниках Zn, Cu, Pb и Cd и их физиологической роли.

В главе 2 (с.33-67) приводится описание физико-географических особенностей района работ.

Объекты и методы исследования отражены в главе 3 (с.68-84). Работы выполнены на ключевых участках, различающихся по типу и интенсивности антропогенной трансформации болотных экосистем. Автор провел оценку влияния таких воздействий, как осушение, пожары, прокладка линейных сооружений, торфодобыча, аэрозольное загрязнение от урбанизированных территорий и объектов нефтедобычи. Таким образом,

охвачены основные факторы изменения биогеохимических особенностей болотных экосистем в регионе. Всего обследованы 16 естественных и 30 нарушенных участков в пределах 20 болотных массивов Томской области, расположенных на разных геоморфологических уровнях: поймах, террасах и междуречьях. Отобраны и проанализированы 326 образцов 43 видов растений, 46 образцов торфа. Объем работ достаточен для регионального обобщения.

Особенности накопления микроэлементов в болотных почвах и растениях автор оценивал с использованием показателей, традиционно используемых в биогеохимических и эколого-геохимических исследованиях: коэффициентов биологического поглощения (КБП), биогеохимической активности видов (БХА), техногенной концентрации (Кс) и суммарного показателя загрязнения (Zс). Автором предложен новый коэффициент относительной биогеохимической активности видов, который рассчитывается как отношение БХА на нарушенных участках к БХА на естественных участках. Используются различные приемы статистической обработки (корреляционный, факторный, дискриминантный анализ, графическое отображение статистических параметров и др.). Автор показал хорошее владение приемами и методами обработки информации.

Полученные результаты и их анализ изложены в главах 4 и 5. Одно из главных достижений работы – установление фоновых уровней содержания тяжёлых металлов (Zn, Cu, Cd и Pb) в торфе и растениях болот юго-восточной части Западно-Сибирской равнины (первое защищаемое положение). Установление фоновых нормативов требует обработки репрезентативной выборки статистическими методами. Большой объем данных, полученных в разных ландшафтных условиях, вполне позволяет решить поставленную задачу. В результате для 23 видов болотных растений определены показатели содержания металлов. Автор уделил большое внимание верификации полученных результатов, которая основывалась на сопоставлении с опубликованными данными для различных фоновых участков. Полученные автором результаты оказались сходными с данными других исследователей, что подтверждает их точность. Сделан вывод, что на обследованных ненарушенных участках концентрация Zn, Cu, Cd и Pb соответствует фоновым значениям, типичным для Западной Сибири. Полученные результаты можно использовать в качестве «точки отсчета» при проведении геохимического мониторинга, а первое защищаемое положение доказанным.

В числе прочего, автор исследовал зависимость элементного состава торфа и растений от положения на разных геоморфологических уровнях. В результате сравнения различных микроландшафтов выяснилось, что наибольшая концентрация элементов характерна для тех участков болот, которые расположены на самом нижнем орографическом уровне, что индицирует поверхностный сток от междуречий к поймам. Выявленная закономерность соответствует базовым положениям геохимии ландшафтов о миграции химических элементов от автономных ландшафтно-геохимических комплексов в подчиненные с последующей аккумуляцией на геохимических барьерах.

Большой интерес представляет изучение биогеохимической активности растений на участках с различным типом антропогенного воздействия. Автор выявил и обосновал увеличение поглощения микроэлементов растениями на участках торфоразработок и пирогенных сукцессий, вблизи автодорог и линий электропередач, в районе населенных пунктов и нефтяных месторождений. Возрастание биологического поглощения элементов подтверждено статистическими методами. В частности, выявлено достоверное возрастание концентрации Cu и Cd в результате торфоразработок из-за нарушения целостности и уменьшения мощности торфяной залежи, повышения степени разложения торфа и увеличения биодоступности микроэлементов. Сходным образом возрастает биологическое поглощение Zn, Cu и Cd на постпирогенных участках, Cu и Cd вблизи линии электропередач. Выводы представляются закономерными и хорошо обоснованными.

Аэротехногенным загрязнением автор объясняет изменение состава растений в районе урбанизированных территорий и нефтяных месторождений. На участках, подверженных влиянию города, выявлено увеличение содержания в растениях Cu (в 8 раз) и Zn (в 2 раза), повышаются показатели биогеохимической активности как при возрастании антропогенной нагрузки, так и с учетом передвижения воздушных масс. Значение биогеохимической активности растений увеличивается на участках в зоне влияния объектов добычи нефти и газа почти в 4 раза, в основном за счёт увеличения поглощения Cu.

Основное замечание к этому разделу работы (замечание 1) состоит в отсутствии перечня видов растений, которые использовались для анализа на каждом из нарушенных участков. Корректное сопоставление с «фоном» возможно при соблюдении двух условий: 1) одинаковых типов болотной растительности на нарушенных и ненарушенных участках и 2) равных пропорций отобранных в ходе исследований видов растений. Если набор видов и их соотношение в выборке были различными, то и сопоставление не вполне корректно. Остается лишь верить, что набор видов на участках нарушений был сходным с фоновой выборкой.

Второе замечание – некорректное, на наш взгляд, сравнение вычисленных автором значений коэффициента биологического поглощения (КБП) с данными В.В.Добровольского и последовавший из этого сравнения вывод о повышенных значениях КБП растений болот по сравнению с растениями на минеральных почвах (вывод 2, с.144). Существует два способа подсчета КБП: по отношению к местной почве и по отношению к кларку (среднемировому значению). Как следует из раздела "Методика", КБП в данной работе был вычислен как отношение содержания в растении к содержанию в местной почве (торфе). В приводимых справочных данных из монографии В.В.Добровольского (2003), КБН рассчитан другим способом, а именно как отношение содержания элемента в золе к кларку верхней части земной коры. При вычислении КБП тем же способом, что и в работах В.В.Добровольского, вывод, вероятно, был бы иным. В других ландшафтных зонах утверждаемый автором тезис не подтверждается. К примеру, в тундровых ландшафтах Западной Сибири величины КБП и БХА растений на минеральных почвах выше, чем растений болот, из-за активного поглощения элементов эдификаторами и доминантами зональных типов растительности (тундровыми кустарниками).

В работе нет сведений, как рассчитывались концентрации элементов, указанные в таблицах 4.1, 4.2, 4.4, 4.5, 5.1 – в золе или в абсолютно сухом веществе? Судя по величинам, результаты приведены в расчете на абсолютно сухое вещество. В методической главе указано, что КБП подсчитывался как отношение содержания в золе растения к содержанию в торфе. Данных о зольности растений и торфа, необходимых для пересчета, в работе нет.

Третье замечание – ошибочный, на наш взгляд, вывод о силе и дальности влияния объектов нефтедобычи на состав болотных растений и торфов. По мнению автора диссертационной работы, вследствие аэрозольного переноса выбросов от объектов нефтегазовой промышленности, расположенных даже на большом расстоянии (36-100 км), происходит рост содержания меди в растениях. В это трудно поверить. Деятельность объектов нефтедобычи не связана с масштабными выбросами тяжелых металлов. Утверждение, что «наиболее агрессивным источником тяжёлых металлов среди объектов инфраструктуры нефтедобывающего комплекса является сжигание попутного газа в факелах» ошибочно. Сжигание газа в факелах является источником не тяжелых металлов, а окислов азота углерода, серы. Многочисленные работы, в которых исследуется аэротехногенное загрязнение в районах нефтедобычи свидетельствуют что загрязнение проявляется локально, не далее 1-2 км, и связано, прежде всего, с запылением атмосферы почвенными частицами. Выявленный автором рост содержания меди, вероятно, связан с разным набором видов растений, использованных при опробовании (см. замечание 1).

Есть еще несколько мелких замечаний и уточнений. Проведенный корреляционный анализ (с.91) показал наличие связи средней силы между содержанием Pb, Cu и Zn, из чего автором сделан вывод, о сбалансированном содержании биодоступной формы данных элементов в окружающей среде. По нашему мнению, выявленная корреляция свидетельствует только о сходных геохимических свойствах Pb, Cu и Zn, относящихся к одной систематической группе - халькофильных элементов.

Утверждение, что торф в районе шламовых амбаров по содержанию тяжёлых металлов незначительно отличается от фоновых образцов, спорно. К примеру, по данным Ю.Н.Водяницкого и Н.А.Аветова (2013), в Среднем Приобье в районе размещения шламовых амбаров значительно возрастает содержание в торфе щелочноземельных металлов.

В работе выявлено парадоксальное, на первый взгляд, явление снижения показателя биогеохимической активности (БХА) при росте абсолютных концентраций элементов (с.106). Автор объясняет это изменением форм нахождения микроэлементов в торфе на границе леса и болота, снижения их биодоступности в лесных экосистемах. По мнению оппонента, рост БХА вызван не снижением биодоступности, а увеличением содержания элементов почве, так как БХА это сумма КБП, а КБП есть отношение содержания элемента в растении к содержанию в почве. Увеличение знаменателя (содержания в почве) привело к снижению значений КБП и БХА. Рост содержания в почве при этом происходит вследствие миграции вещества из автономных ландшафтно- геохимических комплексов в подчиненные.

На с.109 в двух соседних предложениях приведены прямо противоречащие друг другу суждения: «при осушении ... ускоряется разложение органики, что приводит к увеличению подвижных форм элементов (Перельман, Касимов, 1999). Осушительная мелиорация ведёт к уменьшению содержания подвижных форм тяжёлых металлов в почвах (Зубарев, 2014).» Вероятно, это следует понимать следующим образом: при мелиорации увеличивается доля подвижных форм металлов, что приводит к их выносу, поглощению растениями и в итоге вызывает уменьшение абсолютных содержаний. В тексте присутствуют еще несколько предложений, нуждающихся в редакторской правке, но останавливаться на них нет смысла.

Следует также заметить, что широко используемый в работе показатель биогеохимической активности видов – БХА – является аддитивным коэффициентом, и его значения приобретают все большую достоверность при увеличении числа элементов, используемых в подсчете. Автор изучал только 4 элемента одной систематической группы (халькофильных металлов). Обычно при вычислении БХА используют десятки элементов. При расширении круга элементов, вероятно, результаты были несколько иными, так как халькофильные и сидерофильные элементы часто демонстрируют противоположные тенденции в процессах водной и биогенной миграции.

Третье защищаемое положение – целесообразность применения предложенного автором коэффициента относительной биогеохимической активности видов сомнений не вызывает. Хочется надеяться, что этот показатель войдет в практику научных исследований.

Все высказанные уточнения и замечания не уменьшают научную и практическую значимость работы. Личный вклад диссертанта очевиден и следует из собранных автором оригинальных материалов, тщательной и квалифицированной обработки. По теме диссертации опубликовано 15 работ в научных журналах и сборниках конференций, в том числе 4 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК. Содержание автореферата соответствует тексту диссертации. Выводы отвечают поставленным в работе задачам, логически вытекают из полученных результатов, их

достоверность не вызывает сомнений. Диссертация Л. П. Гашковой является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научная задача, заключающаяся в определении фоновых содержания индикаторных микроэлементов (Zn, Cu, Pb и Cd) в торфе и растениях болот юго-восточной части Западно-Сибирской равнины. Работа хорошо оформлена, стиль изложения ясный, иллюстрации оформлены правильно, четко и легки для восприятия.

Исходя из всего вышеизложенного, считаю, что диссертационная работа Л.П. Гашковой «Биогеохимия Zn, Pb, Cd и Cu на примере болот юго-восточной части Западно-Сибирской равнины» полностью соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам диссертант достоин присвоения степени кандидата географических наук по специальности 25.00.23 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов.

Официальный оппонент
Московченко Дмитрий Валерьевич
Доктор географических наук
Научная специальность 25.00.23 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов
Заведующий сектором геоэкологии
Институт проблем освоения Севера
ФГБУН ФИЦ «Тюменский научный центр СО РАН»,
Адрес: 625026, г.Тюмень ул.Малыгина 86
Интернет сайт организации www.ipos-tmn.ru
e-mail: ipdn@ipdn.ru
раб. тел.: +7(3452)688766

« 23 » мая 2019 г .

М.П.

Подпись Московченко Д.В. заверяю

Верно: специалист отдела кадров

*23.05.2019 г.
Бескровная В.А.*

подпись

