

ОТЗЫВ

на диссертацию Беляновской Александры Игоревны
«Элементный состав организма млекопитающих природно-техногенных
территорий и их ранжирование с использованием модели USETOX»,
представленную на соискание учёной степени
кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36
– Геоэкология (науки о Земле)

Актуальность исследований. Геохимическое поле биосферы, обусловленное различными природно-техногенными условиями, значительно меняется в связи с развитием человеческой цивилизации. Рост добычи полезных ископаемых, их переработка и использование, строительство и эксплуатация промышленных объектов ведут к изменению условий существования живых организмов, в том числе человека. Рост масштабов поступления многих химических элементов в среду обитания человека ярко отражается в элементном составе биоты. Живые организмы становятся индикаторами антропогенной преобразованности территорий.

В связи с этим, диссертационная работа Беляновской А.И. посвященная изучению влияния особенностей состава окружающей среды на химический состав органов и тканей высших млекопитающих и, следовательно, на состояние здоровья населения, является актуальной задачей, решаемой соискателем. Исследования выполнены на примере отдельных объектов, расположенных на территории Сибири и Забайкалья Российской Федерации и восточного Казахстана.

Достоверность и новизна научных положений. Вынесенные на защиту научные положения являются новыми для исследуемой области знаний. Автором представлены новые оригинальные данные по содержанию и распределению ряда химических элементов в органах и тканях свиньи и других млекопитающих и предпринята попытка обосновать связь уровней содержания элементов в организмах с геохимическими особенностями территории и со спецификой техногенной нагрузки.

В работе предложен вариант модификации коэффициента оценки степени негативного воздействия на основе метода оценки жизненного цикла с использованием результатов биогеохимического анализа территории с различной эколого-геохимической ситуацией.

Практическая значимость. Выявленные особенности концентрирования и распределения химических элементов в органах и тканях свиньи домашней на территориях с разными геоэкологическими условиями позволяет дифференцировать их по степени экологической нагрузки, что может являться

полезным дополнением к проведению геоэкологического мониторинга территорий.

Предложенный метод модификации модели оценки воздействия USEtox с использованием результатов химического анализа может использоваться в качестве локального дополнения в оценке токсического воздействия на население. Данный метод позволяет расширить модель с использованием локальных данных о химическом составе пищевого продукта – свинины, и в дальнейшем может применяться в оценке рисков для здоровья населения изучаемых территорий.

Материалы, полученные в процессе выполнения работы, были использованы в учебном процессе для подготовки бакалавров и магистров по направлению «Экология и природопользование». Полученные данные могут быть использованы органами здравоохранения и природоохраны.

Основные результаты изложены в 11 публикациях, в том числе в 3 статьях, опубликованных в рецензируемых изданиях, включенных в перечень ВАК. Из них 2 статьи в журналах, индексируемых в базах данных SCOPUS и WoS.

Все это указывает на то, что диссертационная работа подготовлена специалистом с научным складом ума, способным к самостоятельному решению сложных научно-исследовательских задач.

Диссертация состоит из введения, восьми глав и заключения, изложенных на 146 стр. текста и списка литературы, включающего 166 наименований.

Структура диссертации логична, изложение каждого последующего раздела опирается на предыдущий. В целом можно заключить, что автор представил единый завершённый научный труд.

Вместе с тем, наряду с общей положительной оценкой работы, нельзя не отметить и ряд существенных недостатков. Изложу их последовательно. Вначале замечания общего плана, касающиеся работы в целом, затем замечания, относящиеся к сути защищаемых положений.

Из общих замечаний отмечу вольное отношение автора к ссылкам на работы предшественников: не всегда уместное использование таких ссылок и нестандартное их оформление. Например, часто указывается коллектив авторов из трех человек. Или имеются ссылки на Н.В. Барановскую (2011), а при этом в списке литературы две такие работы. Не ясно, о какой из них идет речь. Соискатель увлекается ссылками на научного руководителя и своих коллег даже там, где их роль в освещении данного вопроса незначительна. Еще одно замечание касается избыточного для диссертации количества грамматических и смысловых погрешностей.

Первая глава посвящена анализу биогеохимических барьеров с точки зрения их индикаторной роли при характеристике геоэкологического состояния территории.

В обзоре у соискателя почему-то не нашлось места выдающемуся специалисту – биогеохимику А.Л. Ковалевскому, посвятившему исследованию биогеохимии многочисленные работы и глубоко изучившему барьерный и безбарьерный механизмы накопления химических элементов растениями. Он впервые выявил принципиально новый механизм безбарьерного накопления химических элементов: выделение их в виде физиологически неактивных форм твердой фазы - биолитов и микробиолитов. Им определены количественные барьерные характеристики (КБХ), являющиеся константными биогеохимическими параметрами видов и частей растений, и составлены таблицы группирования КБХ с выделением 4-х групп от 50 до 500 видов и частей растений.

Соискатель отмечает, что *«Антропогенное воздействие на окружающую среду является преимущественно негативным...»* (стр. 11). Вряд ли можно согласиться с этим заявлением. В таком случае следует обосновать, с какой точки зрения негативно воссоздание лесных насаждений. Например, создание лесного массива вокруг г. Астаны (Казахстан), или восстановление почвенного покрова на опустыненных территориях, создание систем орошения, борьбу с эпидемиями и пр. Таких примеров можно привести множество. Негативная или позитивная окраска тому или иному событию дается с какой-либо точки зрения. Например, аридизация климата негативно сказывается на биологическом разнообразии, но положительно – на сохранности горных пород от выветривания.

В главе имеют место некорректные ссылки, например, рис. 1 (Перельман, 1979), стр. 11 (Барановская, 2011), стр. 14 (Арбузов, Ершов, 2007) и ряд других.

В заключение, в главе обоснован вывод о возможности использования концентраций химических элементов в организме свиньи для оценки антропогенного воздействия или исследований естественных их аномалий в регионе

Глава 2 посвящена обоснованию использования в работе метода оценки жизненного цикла (ОЦЖ) как одного из наиболее актуальных методов оценки состояния окружающей среды, анализу его положительных сторон и недостатков и рекомендаций по возможности его усовершенствования. В целом, глава написана ясным языком, хорошо иллюстрирована, содержит всю необходимую информацию для решения поставленной задачи.

В главе 3 дана общая геологическая и экологическая характеристика территории исследуемых объектов. На мой взгляд название главы следовало сделать более конкретным. Характеристики природно-техногенных систем в масштабах России и Казахстана здесь нет, есть лишь характеристика отдельных

небольших районов. Геологический раздел написан малограмотным языком, но в целом дает представление об особенностях геологического строения территории. Множество терминологических ошибок. Например, на стр 24 «По литологическому составу район имеет разнообразие магматических, метаморфических и осадочных пород.» или «...с преобладанием вулканогенно-осадочных пород (песчаники, алевриты, известняки, кислые эффузивы и др.)».

Приведенные в разделе карты и схемы в основном низкого качества, поэтому плохо читаемы. Тектоническая схема территории СССР за 1964 год, в целом, может быть использована для решения поставленных задач, но все же, учитывая существенно изменившуюся терминологию и взгляды на условия формирования геологических структур, следовало использовать более современные карты.

Глава 4 посвящена методике исследования. Изложена методика опробования, пробоподготовки и анализа исследуемого материала. Известно, что анализ микроэлементного состава биологического материала – довольно сложная задача, связанная прежде всего с низкими содержаниями в нем большинства химических элементов. В целом можно отметить, что для исследований использованы самые современные высокочувствительные количественные методы анализа.

К этому разделу диссертации имеется несколько замечаний. Во-первых, при исследованиях различных объектов использованы данные разных методов анализа: ИНАА и ICP MS. При этом одни пробы анализировались методом ИНАА, другие - ICP MS. Результаты не дублировались. Необходимо доказать достаточно хорошую сопоставимость данных этих анализов, так как приводимые в следующих главах различия уровней накопления элементов укладываются в большинстве случаев в величину ошибки этих методов анализа. Нужно было сопоставить результаты, выполнив исследования параллельно двумя методами по группе проб. Результаты необходимо привести в методической главе. Ссылки на аттестаты аккредитации лабораторий недостаточны. К тому же в область аккредитации лаборатории «Плазма», специализирующейся на исследованиях горных пород вряд ли входит биоматериал.

Использовать для расчетов половину предела определения для отдельных элементов, определенных методом ИНАА – не во всех случаях удачная идея. Для золота и серебра это может дать завышение содержания на порядок. Также и для некоторых других элементов.

В главе 5 рассматриваются содержания и закономерности распределения группы химических элементов в органах и тканях свиньи домашней.

Утверждение соискателя, что использованное им среднее арифметическое является «наиболее состоятельной оценкой значений концентраций», не выдерживает критики. Приведенные в таблице 5 значения показывают, насколько

разнятся оценки среднего с использованием моды, медианы и среднего арифметического. Для некоторых элементов среднее арифметическое почему-то оказалось даже выше максимальных значений (Zn, As, Rb) или сопоставимы с ними (Co). При таких высоких дисперсиях расчет среднего арифметического для оценки среднего неприемлем. Модальное среднее также оценено ошибочно. Не может оно быть на порядок больше максимального значения в выборке, как показано в таблице 5. Автор почему-то почти нигде не приводит количество проб в выборках. Известно только общее число изученных проб. Но разнообразие изученных органов велико, к тому же они отобраны на нескольких участках. Хотелось бы понять, насколько представительны выборки, использованные для оценки среднего. Хотелось бы понять, как могли получиться низкие коэффициенты вариации для цинка, у которого минимальное содержание отличается от максимального более чем в 200 раз, медиана от моды в 1600 раз.

Остаются непонятными манипуляции соискателя с цифрами при корреляционном анализе. Для 134 проб критические значения коэффициента корреляции Пирсона при уровне значимости 0,05 составляют не 0,5, а 0,17. В этом случае выделяются более сложные ассоциации, а не пары элементов, предлагаемые автором. Никак не обосновано, а потому непонятно, почему критическое значение взято 0,7. При таких больших дисперсиях распределения рекомендуется использовать не парную корреляцию Пирсона, а ранговую корреляцию Спирмена или Кендалла.

Специфичная, непонятная по смыслу диаграмма приведена на рисунке 18. Во-первых, не обозначены оси (оси не подписаны и на некоторых других рисунках). Что показано на оси абсцисс (Ca?) и ординат (Sr?). Если это содержание кальция и стронция, тогда что это за линия $Ca/Sr=1$? Фактические значения на этой линии на 2-3 порядка выше, чем подписанное.

Глава 6 содержит обоснование первого защищаемого положения.

Первое защищаемое положение. В различных эколого-геохимических условиях среды обитания в организме млекопитающего (*Sus scrofa domesticus*) формируются специфичные корреляционные взаимосвязи химических элементов с Cr (Eu-Cr-Yb Павлодарская область г. Экибастуз; Cr--Ca, Газимуромский завод, Тайна, Калга, Уровские ключи Забайкальский край ; Cr-Sb пос. Кижирово, Верхнее Сеченово Томский район), изменяются абсолютные содержания и коэффициенты концентрации химических элементов, изменяются отношения элементов (Th/U, Rb/Cs), что может служить индикатором этих условий.

Хорошо видно отличие Томской области от других регионов по уровням накопления Au, Ag, Br, Ba, лантаноидов. Отчетливо выделяются корреляционные связи и, соответственно, ассоциации элементов. К сожалению, соискатель выбрал необоснованно высокие критические значения коэффициента Пирсона, что

позволило выделить ассоциации лишь из двух-трех элементов (рис. 34). Но даже они показывают существенное различие по элементному составу биоматериала из Томской области, Экибастуза и Забайкалья. К тому же анализ костной ткани дал более обширные ассоциации элементов (рис.35). Приведенные данные по специфике микроэлементного состава биоматериала в целом хорошо отражают геохимическую специфику районов опробования.

В целом в работе приведены необходимые доказательства зависимости химического состава организмов от геоэкологической обстановки, но некоторые результаты вызывают недоумение. Например, приведенные в таблице 10 (стр 69) данные о составе золы костной ткани (позвоночник) у свиней в д. Кижирово и Верхнесеченово действительно принципиально отличаются от такового для других населенных пунктов. Почему-то содержание фосфора здесь составляет всего 0,74-1,15% на фоне 14-20% в других поселениях. Кальция здесь также от 0,1 до 2,4% на фоне 32-36% в других населенных пунктах. Даже натрия здесь на порядок меньше. Из чего же состоят эти кости? Из данных таблицы этого понять невозможно. Связано ли это с нарушениями в организме свиней или с аналитическими ошибками также сложно понять. В таблице 13 на странице 79 приведена средняя оценка для этих двух населенных пунктов. Здесь уже содержится в среднем 10,9% кальция и 1,8% натрия. К сожалению, информации по содержанию фосфора здесь нет. Как могли получиться такие противоречивые оценки в двух разных таблицах?

В целом первое защищаемое положение, несмотря на целый ряд ошибок и неточностей, ни по содержанию ни по доказательной базе возражений не вызывает и может рассматриваться как научное достижение.

Седьмая глава содержит обоснование второго защищаемого положения.

Второе защищаемое положение. Элементный состав органов и тканей млекопитающих отражает специфику техногенеза территорий их обитания в виде концентрирования определенного спектра элементов на барьерных органах. В эмбрионах мелких млекопитающих в условиях воздействия Среднеуральского медеплавильного комбината накапливаются Sb, Cr, РЗЭ (Sm, Ce, La, Lu), Zn, Br, U. На плацентарном барьере женщин-жительниц приближенных к Северному промышленному узлу районов концентрируются Th, Br, Zn, Sm, Hf. В зоне воздействия Северного промышленного узла Томского района также нарушается работа гематоэнцефалического барьера с аккумулярованием в тканях головного и спинного мозга Rb, Ba, Au, Fe, Cs. В зоне действия добывающей и энергетической промышленности города Экибастуз максимальное накопление элементов приходится на барьер толстого кишечника.

Существенным недостатком работы является недоучет роли ландшафтно-геохимических условий обитания организма. Отмечено, что «Концентрация

металлов в организме животных и людей зависит не только от типа питания, физиологической функции органов и тканей и генетических характеристик организма, но и от антропогенной нагрузки места обитания организма» (стр. 91). Внимание на природной составляющей не акцентировано, хотя в предыдущей главе автор обосновал определяющую роль геохимических особенностей исследуемой территории в накоплении того или иного спектра элементов в организме. Например, отмечена Au, Br, Sb, Fe, Co специализация Томского района и РЗЭ, Ta, Hf, Th, U, Rb, Cs редкометалльная специализация г.Экибастуз, отражающие геолого-геохимические особенности территории.

В целом это защищаемое положение, несмотря на неоднозначность приведенных доказательств, с точки зрения формулировки и доказательной базы также может считаться доказанным. Во всяком случае, имеющиеся факты не противоречат защищаемому автором положению.

В восьмой главе соискатель предлагает систему доказательств третьего защищаемого положения.

Третье защищаемое положение. Рассчитанный индекс токсичности увеличивается под влиянием урбанизации и хозяйственной деятельности человека. Расчет индекса токсичности элементов для здоровья населения согласно их содержанию в мышечной ткани млекопитающего при нормализации к почвам позволяет ранжировать территории по снижению показателя в следующем порядке:

1. Для Cr Забайкальский край> Павлодарская область> Республика Тыва> Томская область> Восточно-Казахстанская область

2. Для Zn, As, Sb, Ba Забайкальский край> Павлодарская область> Восточно-Казахстанская область> Томская область> Республика Тыва.

Третье положение основано на расчетах коэффициента токсичности (CF) с учетом механизма поступления отдельных элементов и групп элементов, характеристики их свойств, времени воздействия и других показателей. Это широко применяемый в Европе метод оценки состояния окружающей среды с точки зрения потенциального влияния на здоровье населения. Защищаемое положение имеет важное практическое значение.

В целом третье защищаемое положение подкреплено признанной в Евросоюзе системой доказательств и в рамках приведенного обоснования может быть оценено как доказанное.

Венец работы – заключение. Здесь сформулированы в краткой форме основные результаты исследований, ее практическая значимость и научная новизна. Основные выводы и рекомендации соответствуют содержанию диссертации.

Основные положения диссертации достаточно освещены в публикациях: 11 опубликованных работ, в том числе 3 работы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК для публикации научных результатов, из них 2 статьи, индексируемые в базе данных SCOPUS. Автореферат вполне адекватно отражает содержание диссертации.

Несмотря на многочисленные замечания, без которых невозможна такая многоплановая сложная работа, считаю, что диссертационная работа Беляновской Александры Игоревны отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по части актуальности, обоснованности фактическим материалом, научной новизны и практической значимости. Изложенные в ней обширные материалы получены лично автором либо при непосредственном участии автора в процессе многолетних исследований.

Работа соответствует пунктам 1.12 и 1.17 паспорта специальности 25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле).

Работа соответствует п.п. 8-12 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете, утвержденного приказом ректора ТПУ 66/од от 28.08.2018 г. (dis.tpu.ru). Считаю, что ее автор, Беляновская Александра Игоревна достойна присуждения ей ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле).

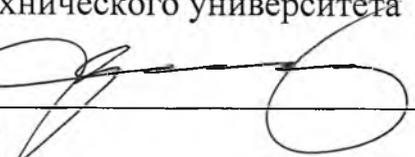
Профессор отделения геологии
Инженерной школы природных ресурсов
федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»,
доктор геол.-мин. наук, ст. научный сотрудник, профессор



Арбузов Сергей Иванович

Адрес 634050, г. Томск, проспект Ленина, д.30
раб. тел. +7 (3822)42-63-07
e-mail: siarbuzov@tpu.ru

Подпись профессора Арбузова Сергея Ивановича удостоверяю
Ученый секретарь Национального исследовательского
Томского политехнического университета



О.А. Ананьева

5.11.1971