

## Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу **Усачевой Анны Андреевны «Закономерности распределения радиоцезия глобальных выпадений в тундровых и таежных ландшафтах Западной Сибири»**, представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук *по специальности 25.00.36 – геэкология*.

Радиационному загрязнению Арктики в настоящее время уделяют повышенное внимание, т.к. этот район является глобальным экологическим буфером. Исследованиям миграции и аккумуляции радионуклидов, в том числе и цезия-0137, уделяется большое внимание как в России, так и в других приарктических государствах. Радиационное загрязнение окружающей среды вызывает озабоченность в связи с большой концентрацией здесь техногенных источников радионуклидов. Для этого региона характерны как локальные источники (например Новоземельский полигон), так и удаленные, поставляющие радионуклиды в результате трансграничного воздушного переноса. Необходимо отметить, что автором проведено исследование в районе интенсивного хозяйственного освоения, но слабо радиогеохимически изученным. В связи с этим **цель** проведенного исследования – выявление закономерностей аккумуляции и миграции цезия-137 в фоновых тундровых и таежных ландшафтах Западной Сибири, **является несомненно актуальной**.

Для достижения поставленной цели был решен ряд задач, из которых следует выделить:

- Изучить параметры распределения радиоцезия в растениях зонального ряда ландшафтов тундры и тайги;
- Выявить почвенно - биоклиматическую зональность миграции и аккумуляции Cs-137 в ландшафтах Западной Сибири.

Решение подобных задач и определяет **научную новизну** проведенного исследования, заключающуюся в теоретическом и методологическом обосновании основных ландшафтно-геохимических принципов, заложенных в работах А.И.Перельмана, М.А.Глазовской и др. Методологической основой диссертационного исследования являются и радиоэкологические методы, активно

разрабатываемые в настоящее время в ряде организаций России. Также следует выделить выявление автором закономерности вертикального и латерального распределения радиоцезия в ряду сопряженных автоморфных и гидроморфных ландшафтов тундры и тайги.

Подобная работа имеет и **практическую значимость** в методологическом аспекте при проведении радиогеохимического мониторинга и оценки радиационного состояния земель при возможном хозяйственном освоении отдельных территорий, а также служит основой для быстрого реагирования в случае аварийных выпадений, связанных с поступлением радионуклидов в природную среду. Данные разработки могут быть использованы и в учебном процессе при подготовке специалистов в области геоэкологии, геохимии, природопользования.

Степень **обоснованности** научных положений, выводов и рекомендаций представляется достаточно высокой. Вся совокупность полученных данных и характеристик является логически закономерной как в фактологической, так и в интерпретационной областях. Полученные результаты и выводы проистекают непосредственно из собранных и проанализированных данных в соответствии с поставленной перед автором задачей. Достоверность полученных результатов определяется большим числом разнообразных данных, проанализированных на основе существующей методологической базы, включающей радиогеохимический подход и научные положения в области геоэкологии, геохимии ландшафтов, радиохимии, разрабатываемых ведущими специалистами России.

**Апробация** работы проводилась на достаточно большом количестве российских и международных конференций. По материалам диссертации опубликовано 13 работ, в том числе- 4 статьи из перечня ВАК РФ, отражающие основные положения подготовленной диссертации. Автореферат по форме и основному содержанию, формулировкам выводов и рекомендаций в целом соответствует тексту диссертационной работы.

Рецензируемая работа **состоит** из Введения, пяти глав, Заключения и списка литературы, включающего большое количество наименований (210), а

также двух Приложений. Содержательный текст диссертации изложен на 120 с., и иллюстрирован 26-ю рисунками и 20-ю таблицами.

Во Введении раскрывается актуальность, цели и задачи диссертационной работы, сформулированы защищаемые положения, показана новизна и практическая значимость проведенного исследования.

Первая глава диссертации является вводной, где рассматриваются источники поступления радионуклидов и формы их нахождения в почвах. Среди техногенных источников поступления выделяются ядерные испытания на основных полигонах, а также рассматриваются поступления от радиационно-опасных объектов. Особое внимание уделено атмосферному выпадению трех уровней. Проводится обзор имеющейся литературы по формам нахождения радионуклидов в атмосферных выпадениях и в почвах. Также рассматриваются особенности вертикальной миграции радиоцезия. *Вызывает сомнение* вывод автора, что испытания на Семипалатинском и Новоземельском полигонах и так называемый Восточно-Уральский радиоактивный след несущественно повлияли на радиационный фон тундровых и таежных ландшафтов Западной Сибири, т.к. автором обследована далеко не вся территория этого региона и не прослежены пути воздушного переноса от этих источников.

Вторая глава является методологической, где рассмотрены методы и объекты исследования. Важно, что полевые исследования проведены автором на шести ключевых участках на территории четырех районов, расположенных в центральной части Западной Сибири и характеризуют две природные зоны-таежную и тундровую. Дана достаточно подробная характеристика природных условий всех рассматриваемых участков. На каждом участке заложены 1-3 катенарных профиля, в которых изучены от 9 до 18 почвенных разрезов, отобраны пробы растительности. Во второй части главы рассмотрены полевые и лабораторные методы исследований, включающие методику обработки данных.

В третьей, основной, главе рассматриваются особенности аккумуляции радиоцезия в почвах ключевых участков. Изучена миграция и аккумуляция этого радионуклида в разных типах почв тундр, северной и средней тайги (криоземы, глееземы, подбуры, подзолистые и торфянистые почвы). Полученные данные

свидетельствуют о накоплении радиоцезия в почвах тундр и тайги Западной Сибири, происходящем преимущественно в органической толще до глубины 20 см. При этом максимальные значения удельной активности радиоцезия приурочены к верхнему подстилочному торфянистому горизонту и не превышают 200 Бк/кг. Следует отметить интересные наблюдения автора о различиях плотности загрязнения радиоцезием в болотных и зональных почвах региона. Так, в болотных ландшафтах от тундры до средней тайги плотность загрязнения увеличивается почти в 7 раз. Менее контрастная картина отмечается для зональных почв и ландшафтов с севера на юг по величине плотности загрязнения. Плотность загрязнения радионуклидами изменяется в 5 раз, а глубина проникновения возрастает в 3-3,5 раза. Глубина проникновения радиоцезия на одних и тех же участках показывает, что интенсивность миграции радионуклидов в 1,4-2 раза выше в болотных ландшафтах, чем в зональных. По мнению автора, это может быть связано с более низкой удерживающей способностью торфов по сравнению с органико-минеральными и минеральными горизонтами почв. Однако имеющийся материал свидетельствует об очень высокой сорбционной способности сфагнового торфа, аккумулирующего, например, тяжелые металлы и нефтяные углеводороды. В диссертации имеется раздел о формах нахождения радиоцезия в почвах, однако в данной главе подобных сведений нет.

Четвертая глава направлена на изучение накопления Cs-137 в растительности. На ключевых участках изучался растительный покров, представленный мхами, лишайниками, травянистыми растениями, кустарничками, произрастающими на лесопокрытых и не покрытых лесом территориях. Получен интересный материал по содержанию радиоцезия в отдельных видах растений в тундровых и таежных ландшафтах. Так, автор утверждает, что во всех исследуемых ландшафтах вне зависимости от природной зоны средняя величина активности Cs-137 уменьшается от бриевых мхов к лишайникам, кустарничкам, осокам и сфагнумам. Подобная картина характерна для уменьшения средних величин запасов Cs-137: от бриевых мхов- лишайников-сфагнумов до осок. Проведены расчеты коэффициента биологического накопления. Максимальная величина этого коэффициента характерна для ландшафтов тундр, минимальная – для средней тайги.

В заключительной главе рассматриваются особенности накопления Cs-137 в ландшафтах и дается оценка радиационного состояния территории. Уделено **внимание дифференциации латерального распределения радионуклидов в ландшафтах**. Выделяются слабоконтрастные катены тундровой зоны и северо-таежных болотных ландшафтов, для которых характерна низкая расчлененность рельефа. Сильноконтрастные катены выявлены в подзоне средней тайги, для которой характерна большая расчлененность рельефа и разнообразие почв. В них накопление радионуклидов происходит в почвах подчиненных позиций, по мнению автора, за счет их латерального и радиального внутрипрофильного перемещения по катене. *В то же время максимальное накопление радиоцезия в супераквальных ландшафтах может свидетельствовать о вторичном перераспределении радионуклида и вторичном накоплении.* Следует отметить наблюдения автора, что интенсивность миграции радионуклидов выше в болотных ландшафтах в 1,4-2 раза выше, чем в зональных. Это обусловлено тем, что некоторое количество радионуклида переходит в более подвижное состояние при избыточном увлажнении.

В отдельном разделе кратко дается экологическая оценка радиационного состояния территории. Делается вывод, что изученные ландшафты тундры и тайги Западной Сибири не загрязнены Cs-137, т.к. средние величины загрязнения не превышают 6% от установленного в России норматива, а максимальные- 15%.

В Заключении изложены выводы, в которых отражены основные защищаемые положения работы. В целом выводы вызывают доверие, т.к. основаны на значительном фактическом материале и подтверждаются полевыми наблюдениями.

По представленному тексту диссертации имеются отдельные **вопросы и замечания:**

- Вряд ли можно согласится, что испытания на Новоземельском полигоне несущественно повлияли на радиационное состояние тундровых и северо-таежных ландшафтов Западной Сибири. Утверждать это можно лишь для рассматриваемых в диссертации территориях.

- В выводах слабо отражено первое защищаемое положение.
- Следовало бы выделить территории с низким уровнем загрязнения, где в почвах и растениях выявлено накопление радиоцезия более 100 Бк/кг, что явно отличается от фонового.
- Даются краткие характеристики природных условий каждого ключевого участка, но не охарактеризованы их ландшафтно-геохимические особенности ( по А.И.Перельману).

Однако высказанные замечания не умаляют достоинства диссертации и не снижают ее научный уровень. Текст диссертации написан хорошим литературным языком, легко читается, заслуживают внимания иллюстративные материалы. Работа имеет большое теоретическое значение и вносит определенный вклад в развитие радиозэкологии. А.А.Усачева решила поставленные в работе задачи в соответствии с целью исследования. Защищаемые положения раскрыты достаточно полно.

.. Несмотря на сделанные замечания, диссертационная работа А.А.Усачевой соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013, а её автор заслуживает присуждения ему искомой степени по специальности 25.00.36-геоэкология .

Автор отзыва согласен с включением персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшей обработкой.

В.н.с Географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова,  
профессор, д.г.н , специальность 25.00.36 -Геоэкология

 А.В.Евсеев

119991 Москва Ленинские горы, 1. Тел.495 939 39 92, эл.почта:  
avevseev@yandex.ru

Подпись А.В.Евсеева заверяю.

Декан географического факультета Московского государственного  
университета имени М.В.Ломоносова, член-корреспондент РАН

 С.А.Добролюбов

21 сентября 2020 г.

