

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Пучкова Андрея Викторовича
«Радионуклиды в экосистемах тундры: источники, уровни загрязнения, антропогенные механизмы трансформации радиационного фона (на примере ключевых участков Ненецкого автономного округа)»,
представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология.

Тема диссертации представляет большой научный и практический интерес в силу относительно слабой освещенности арктической зоны Российской Федерации в плане сведений о фактическом радиационном состоянии окружающей среды за пределами относительно небольшого набора участков уже освоенных в промышленном отношении, на которых выполняется контроль радиологической обстановки. Основной массив наблюдений относится к крупным северным рекам, мониторинг техногенных радионуклидов в которых выполняется Росгидрометом, участкам нефтедобычи или размещения объектов мирной и военной инфраструктуры, оперирующих с делящимися материалами. Данные по реакции природных систем на природно-климатические процессы и антропогенное воздействие в виде изменения радиационного фона во времени практически отсутствуют. Рассматриваемая работа предоставляет количественные данные для широкого круга природных условий Арктики, которые могут быть использованы для анализа прошедших и будущих изменений, что **делает работу актуальной**. Полученный массив сведений об изотопном составе природных и техногенных источников радиационной нагрузки являются **значимым в научном плане** и полезны для **практических оценок** рисков.

Методика исследований, реализованная автором работы для получения исходной информации, включала натурное опробование и эксперименты, а также современный приборный парк для лабораторного анализа. Интерпретация материалов выполнена автором, в том числе, с привлечением статистических методов. Обширный экспериментальный материал, включающий также повторное опробование некоторых объектов, определяют **высокую степень обоснованности и достоверности полученных выводов и защищаемых положений**.

Результаты исследования представлены автором самостоятельно и в соавторстве в обширном цикле публикаций в отечественных и зарубежных журналах, а также материалах научных собраний. **Автореферат диссертации полностью соответствует тематике работы** и отражает все необходимые принципиальные положения.

Представленная к защите **диссертация представляет собой законченное научное исследование**, результаты которого, несомненно, будут использованы в дальнейшем для научных исследований и на практике при планировании хозяйственной деятельности.

Несмотря на общую положительную оценку работы, следует высказать ряд замечаний к ее оформлению и содержанию.

Редакционно-оформительские замечания.

В некоторых случаях текст не достаточно структурирован. Например, пункт «Актуальность исследования» растянут на 27 строк, при этом в нем упоминается и «...выраженное и стратегически важное с точки зрения геополитики географическим расположением...» Ненецкого автономного округа (НАО) и наличие в нем «...действующих предприятий по строительству, ремонту, модернизации и утилизации кораблей с ядерно-энергетической установкой, обращению с радиоактивными отходами, пунктов захоронения радиоактивных отходов, а также "объектов ядерного наследия" – мирных ядерных взрывов...», а также его «...суровые природно-климатические условия...». Вряд ли подобное перечисление требуется для формулировки данного пункта в диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, тем более, что собственно радиационно опасные техногенные объекты в работе, судя по автореферату, не

рассматриваются.

Пункты "Материалы исследования" и "Фактический материал" можно было объединить, а пункт «Обоснованность исследования», скорее, описывает использованные методические подходы.

Фразу о влиянии деятельности нефтегазовых предприятий на радиационную обстановку в НАО, естественно, необходимо переместить из пункта «Научная новизна» в пункт «Практическая значимость».

В ряде случаев графику необходимо было сделать более выразительной за счет увеличения масштаба изображения и шрифтов (рисунки 1, 5, 6, 11–13). На рисунках 1 и 3 полезно было бы указать участки размещения техногенных источников радионуклидов, если они есть в рассмотренных районах (показан только пункт мирного ядерного взрыва «Пирит»). На рисунке 7 отсутствует ссылка на источник информации.

В тексте автореферата периодически появляются целые абзацы, являющиеся словесным пересказом приведенных в тексте рисунков и таблиц, что несколько не увеличивает информативность представленного материала.

В тексте имеют место орфографические и синтаксические ошибки, которые легко обнаруживаются средствами Word MS Office.

Замечания к содержательной части работы.

1. Возможно, правильным было бы поменять первое и второе защищаемые положения местами, так как первое и третье положения включают анализ результатов натурного опробования, а второе полностью соответствует требованиям к теоретическому научному исследованию.

2. Стр. 16. Диаграмма на рисунке 8а, по-видимому, обнаруживает "расщепление" массива данных по содержаниям продуктов деления в донных отложениях на две совокупности. Одна из них по отношению $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ близка к глобальным выпадениям, а другая четко маркирует другой, возможно местный, источник техногенных нуклидов. Видимо, на это обстоятельство автору работы в дальнейшем следует обратить более пристальное внимание.

3. Стр. 16. Из диаграмм на рисунке 9 следует корреляция между мощностью дозы гамма-излучения и плотностью потока радона-222 (ППР) и их одновременная зависимость от глубины протаивания сезонно-талого слоя (СТС). Это означает, что (1) источник радиоактивности находится в пределах СТС и (2) время формирования источника примерно соответствует периоду голоцена. Автор описывает ситуацию таким образом, что "...наиболее высокие значения ППР наблюдаются по краю торфяного болота в пределах полосы шириной не более 1–2 м" и связывает их только с глубиной протаивания активного слоя. По-видимому, более корректным объяснением обнаруженных корреляций будет не просто феноменологическое связывание вариаций наблюдаемых параметров с глубиной протаивания, как это сделано у автора, а анализ их связи с интенсивностью водного стока с площади болота. Читателю данный прием недоступен, хотя бы потому, что в автореферате отсутствует схема объекта и размещения точек опробования на нем.

4. Стр. 17. По результатам изучения распределений радионуклидов в разрезе торфяной залежи (данные приведены в таблицах 1 и 2) автор делает вывод "...что на участке с более глубоким оттаиванием СТС наблюдается избыточность Pb-210 по сравнению с содержанием его материнского радионуклида Ra-226, обусловленная потоком радона из более глубоких горизонтов, в том числе материнской породы". Во-первых, формально этот вывод противоречит основному содержанию второго защищаемого положения, которое связывает увеличение потока радона-222 с увеличением глубины протаивания. Ведь из формулировки второго защищаемого положения следует, что замороженная часть разреза должна быть исключена из расчетов при оценке формирования активностей радона-222 и свинца-210 в СТС. Во-вторых, тесная связь отношений Ra-226/K-40 и Ra-226/Th-232 (рассчитанные по данным из таблиц 1 и 2 коэффициенты парной корреляции этих отношений составляют около 0,9 для обоих профилей), указывает на литогенное и,

соответственно, локальное из СТС происхождение радона-222.

5. Стр. 21. При изучении донных осадков р. Колва автор обнаружил, что «...изотопное отношение $Ra-226/Ra-228$ изменяется в диапазоне от 0,49 до 2,99 отн. ед. со средним значением 1,03 отн. ед. Повышенные значения изотопного отношения выше 1,0 отн. ед. наблюдается в тех же точках, где выявлены высокие значения удельной активности $Ra-226$, что также указывает на дополнительный источник поступления $Ra-226$ помимо его природного происхождения. Вероятно, это объясняется тем, что степень подвижности у $Ra-228$ выше, чем у $Ra-226$ (Bai and Wan, 1998). И несмотря на то, что оба радионуклида присутствуют в кристаллических решетках глинистых минералов, карбонатные и обменные формы содержат больше $Ra-228$, чем $Ra-226$ (Dai et al., 2019)». Во-первых, ссылка на довольно старую работу (Bai and Wan, 1998) не вполне уместна в силу методических недочетов, допущенных авторами цитируемой статьи. Во-вторых, разница в отношениях активностей радия-228 и радия-226 в силикатах, с одной стороны, и в карбонатах, с другой, объясняется геохимией родительских изотопов, а не особенностями геохимии собственно радия-228 и радия-226.

6. Стр. 22–24. В чрезвычайно длинном Заключение необходимо было не просто перечислить основные полученные результаты, но и "укрупнить" их с целью перехода в дальнейшем к выработке единого методического подхода к оценке уязвимости арктических ландшафтов к радионуклидному загрязнению техногенного и природного характера. Возможно автору также следует оценить потенциал тиражирования разрабатываемого подхода с целью его использования в других нефтедобывающих районах РФ в рамках экологического мониторинга.

Высказанные замечания, не снижают оценку автореферата и общее качество полученного материала, которую следует рассматривать как достойную квалификационную работу, тем более, что в ходе исследования получены сведения, существенные для дальнейшего развития знаний об арктических регионах России.

Диссертация полностью соответствует квалификационным требованиям, установленным ВАК РФ, а ее автор – Пучков Андрей Викторович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология.

Токарев Игорь Владимирович
паспорт 4005 694237 выд. 62 О.М. Калининского района Санкт-Петербурга 05 июля 2005.
Кандидат геолого-минералогических наук (специальность 1.6.6 – Гидрогеология)
Ведущий специалист
Ресурсный центр «Рентгенодифракционные методы исследования»
Научный парк Санкт-Петербургского государственного университета
199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9.
i.tokarev@spbu.ru, сл. тел. +7 (812) 363-6917
сайт организации <https://spbu.ru/universitet>.

Я, Токарев Игорь Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«28» декабря 2023 г.

(подпись)

Токарев И.В.

Иванович

28 ДЕК 2023



С.В. Морозова