

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ИГЕМ РАН,  
Доктор геолого-минералогических наук,  
чл.-корр. РАН В.А. Петров



«25» декабря 2023г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию 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

### Актуальность избранной темы

Большое количество радиационно-опасных объектов, близость региона к архипелагу Новая Земля, на котором находился Северный испытательный полигон ядерного оружия, а также планируемые к разработке углеводородные месторождения в восточной части Ненецкого автономного округа во многом определили актуальность темы работы и выбранной для исследования территории.

Ненецкий автономный округ обладает стратегически важным с точки зрения геополитики географическим расположением. Большая его часть до сих пор остается труднодоступной из-за отсутствия комплексного транспортного сообщения, и характеризуется слабой радиоэкологической изученностью. В условиях наличия потенциально опасных радиационных объектов и факторов, а также потенциально возможных ядерных и радиационных инцидентов, актуальным становится проведение комплексного радиоэкологического исследования территории с выявлением зон повышенного содержания радионуклидов и их источников. Возможная трансформация естественного радиационного фона за счет интенсивного освоения углеводородных месторождений и деградации многолетнемерзлых пород остается неизученной.

**Целью** диссертационной работы Пучкова А.В. является оценка радиационно-экологических параметров тундровых территорий Ненецкого автономного округа для выявления повышенных уровней радиоактивного загрязнения в результате антропогенного вмешательства и определения степени воздействия ионизирующего излучения на человека. Поставленные **задачи** соответствуют цели исследования.

## **Научная новизна и практическая значимость исследований**

Автором получены новые данные о характере распределения естественных и антропогенных радионуклидов в компонентах природной среды тундровых территорий Ненецкого автономного округа. Были определены изотопные отношения естественных и антропогенных радионуклидов в пробах окружающей среды данных территорий, позволившие оценить источники загрязнения; установлены закономерности вертикальной миграции естественных радионуклидов, обусловленные изменением мерзлотных условий. Также установлено, что интенсивная деятельность нефтегазовых предприятий на территории Ненецкого автономного округа приводит к изменению естественного радиационного фона тундровых территорий за счет дополнительного поступления изотопов радия, тория и калия в объекты окружающей среды вместе с попутными водами и нефтью.

Практическая значимость работы заключается в оценке соответствия компонентов природной среды (донные отложения, пробы с песчаных карьеров, почва) требованиям основных санитарных правил, в том числе регламентирующих безопасность применения строительных материалов. Проведены исследования радиационных характеристик продуктов питания (рыба, северный олень) на соответствие требованиям законодательства Российской Федерации в области продовольственной безопасности. Результаты исследований распределения антропогенных радионуклидов позволят скорректировать данные по плотностям загрязнения радионуклидами Cs-137 и Sr-90 на территории Ненецкого автономного округа. Полученные данные о радиационных характеристиках донных отложений в реки Колва и выявление зон повышенного содержания естественных радионуклидов могут быть использованы в подготовке и корректировке нормативно-правовой базы по обращению с отходами нефтегазодобывающей отрасли, содержащими радионуклиды естественного происхождения с повышенными значениями удельных активностей.

### **В работе сформулированы и защищаются следующие положения:**

1. На территории Канинской тундры Ненецкого автономного округа выделяется зона повышенного содержания Cs-137 в объектах окружающей среды (торф, донные осадки, рыба). Удельная активность Cs-137 в донных осадках реки Несь значительно превышает удельную активность Cs-137 в донных осадках других рек округа. Плотность загрязнения Cs-137 в почвах бассейна реки Несь составляет до  $0,13 \text{ Ки/км}^2$ , что выше в 2-3 раза имеемых данных о содержании данного радионуклида на территории округа. Латеральное распределение Cs-137, Sr-90, Am-241, Pu-238, Pu-239+240 в почвах бассейна реки Несь имеет зональную структуру, обусловленную рельефом территории. Основными источниками радиоактивного загрязнения

являются глобальные атмосферные выпадения и авария на Чернобыльской АЭС.

2. Многолетнемерзлые породы характеризуются существенной барьерной функцией для потока радиоактивного газа Rn-222. Их деградация приводит к изменению естественного радиационного фона на тундровых территориях за счет увеличения потока Rn-222 и перераспределения продуктов его распада, а также увеличения уровня гамма-излучения. Увеличение плотности потока Rn-222 в приповерхностном почвенном воздухе после оттаивания почвы может достигать 10-20 раз в зависимости от радиационных характеристик источника Rn- 222.

3. Донные осадки реки Колва Большеземельской тундры на участках, в пределах которых осуществляется нефтегазодобывающая деятельность, характеризуются содержанием Ra-226, превышающим фоновые значения в 4 - 5 раз. Выявлена сильная корреляционная связь между удельной активностью Ra-226 с содержанием нефтепродуктов в донных осадках. Основным источником загрязнения донных осадков реки Колва радионуклидом Ra-226 является поступление нефтепродуктов в речной бассейн.

Замечания к **защищаемым положениям**: некоторые из них, в частности, первое, выглядят недостаточно отредактированными, слишком длинными, создается впечатление, что одно защищаемое положение включает несколько тезисов. Не хватает более емких формулировок. Так, например, защищаемое положение №1 можно разделить на 2 тезиса, в одном акцентировать внимание на активности Cs-137 в донных осадках реки Несь, а другое – на почвах и содержании в них искусственных радионуклидов. Необоснованно выглядит утверждение о том, что для территории Ненецкого автономного округа одним из основных источников радиоактивного загрязнения является авария на Чернобыльской АЭС.

**Достоверность результатов** обеспечена применением высокоточной аппаратуры радиационного контроля (радиометры, дозиметры, спектрометрические системы), ежегодно проходящей метрологическую поверку, в лаборатории, аккредитованной в области радиационного контроля. Работа построена на обширном фактическом материале (более 50 проб почвы, 199 проб донных осадков, 40 проб воды, 11 проб нефтешлама, 91 кг биологических проб).

#### **Апробация работы и публикации.**

Результаты исследования опубликованы в 24 научных работах, 5 из которых входят в список рецензируемых изданий, рекомендованный ВАК, 5 научных работ индексируются в международных базах данных Web of Science и Scopus.

**В первой главе** нелогичным выглядит объединение общих сведений о радиоактивности окружающей среды и физико-географической характеристики района

исследований. Кроме того, литературный обзор фактически отсутствует. В таблице 1.1 неверно указан период полураспада цезия-137 (29,7 лет вместо 30,2).

**Во второй главе** «Материалы и методы» подробно описаны методы определения радионуклидов, однако ничего сказано про гранулометрический состав и содержание нефтепродуктов, каким методом и на каком оборудовании они были определены. Кроме того, вместо определения органического вещества гравиметрическим методом для донных осадков и минеральных почв более корректно было бы определить содержание органического углерода методом бихроматного окисления.

**В третьей главе** рассмотрены антропогенные радионуклиды в объектах окружающей среды, приведены оценки радионуклидов в биоте: на примере рыбы и северного оленя, рассчитаны дозовые нагрузки для человека. Автор использует разные величины плотности загрязнения Cs-137, то Кюри/км<sup>2</sup>, то кБк/м<sup>2</sup>, что особенно бросается в глаза в третьей главе. Если выбрать и использовать одну величину измерения, это значительно упростило бы восприятие данной информации. Третья глава раскрывает первое защищаемое положение. Однако результаты, полученные по содержаниям искусственных радионуклидов в биоте (рыба, олень), фигурируют только в выводах и никак не отражены в защищаемых положениях.

**В четвертой главе** приведены результаты исследований трансформации радиационного фона при изменении мерзлотных условий на основе полевых и экспериментальных работ, на их основе формулируется второе защищаемое положение. Как замечание: два из трех участков расположены не на территории Ненецкого автономного округа, в этой главе для экспериментального участка дается краткая физико-географическая характеристика, которая логичнее смотрелась бы в первой или второй главе диссертации.

Еще одно замечание: на стр. 52 и стр. 56 звучит термин «болотистый участок». Насколько корректно его употреблять? Что он из себя представляет – это заболоченное понижение на плакоре или это заболоченный участок в подчиненной позиции? С учетом того, что на исследованном участке отбирали сфагнум – то скорее всего речь о верховом или мезотрофном болоте, но из текста это неочевидно.

Замечание: на стр. 58 написано «Изученные почвы представлены следующими типами: глееподзолистые почвы, суглинки». Но суглинки – это не тип почвы, в зависимости от контекста – это либо подстилающая порода, либо характеристика гранулометрического состава почвы.

Про экспериментальную площадку, расположенную на территории Архангельской области, написано следующее (стр.58): «В месте проводимого эксперимента перекрывающий

слой сложен агроестественными почвами глееподзолистого типа на суглинках, типичными для данной территории и северной тайги. Верхние слои перекрывающего горизонта подвергались поверхностному сельскохозяйственному антропогенному воздействию, что способствовало изменению обычного порядка горизонтов и отнесение данного профиля к городским почвам».

По-видимому, отнесение исследованных почв к городским – это опечатка. В первом предложении сказано, что почвы – агроестественные, но если был нарушен порядок горизонтов, то относить исследованные почвы к агроестественным, а не к агроизмененным, неверно. В структуре земельных ресурсов Архангельской области (без учета Ненецкого автономного округа) земли сельскохозяйственного назначения занимают менее 6%, в связи с чем возникает вопрос, насколько типичен и представительен выбранный участок и сами почвы?

**Пятая глава** раскрывает третье защищаемое положение. В ней даны оценки содержания естественных радионуклидов в донных осадках и нефтешламах в бассейнах рек Колва, Уса и Печора Большеземельской тундры; выявлены участки повышенного содержания Ra-226 в донных осадках. Как замечание – практически все рисунки в этой главе можно было сделать крупнее, так как информация с них плохо воспринимается.

#### **Общая оценка**

В целом, защищаемые научные положения обоснованы и достоверны. Выводы написаны хорошо, в полной мере отражают проделанную работу и широту изучаемых проблем поведения ряда радиоактивных изотопов в донных осадках, биоте и почвах. Работа в целом выглядит завершённой. Оформление работы особых нареканий не вызывает, но в тексте имеются немногочисленные опечатки.

Содержание автореферата отвечает содержанию диссертации.

В заключение отметим, что замечания и вопросы, высказанные в отзыве, не влияют на высокую оценку данной работы. Диссертация Пучкова Андрея Викторовича «Радионуклиды в экосистемах тундры: источники, уровни загрязнения, антропогенные механизмы трансформации радиационного фона (на примере ключевых участков Ненецкого автономного округа)» является научно-квалификационной работой, в основу которой положен большой фактический материал, собранный лично, либо при участии диссертанта в ходе многочисленных полевых работ. Диссертация соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Отзыв составили:

Ведущий научный сотрудник лаборатории  
Радиогеоологии и радиогеоэкологии ИГЕМ РАН,  
кандидат геолого-минералогических наук  
Специальность 25.00.36 – геоэкология  
Тел.: (499) 230-82-60  
E-mail: alexey-miroshnikov@yandex.ru  
20 декабря 2023г.

А.Ю. Мирошников

Старший научный сотрудник лаборатории  
Радиогеоологии и радиогеоэкологии ИГЕМ РАН,  
кандидат геолого-минералогических наук  
Специальность 04.00.02 – геохимия  
Тел.: (499) 230-82-60  
E-mail: aasad@inbox.ru  
20 декабря 2023 г.

Эн.Э. Асадулин

Старший научный сотрудник лаборатории  
Радиогеоологии и радиогеоэкологии ИГЕМ РАН,  
кандидат геолого-минералогических наук  
Специальность 25.00.36 – геоэкология  
Тел.: (499) 230-82-60  
E-mail: usacheva@list.ru  
20 декабря 2023г.

А.А. Усачева

Мы, Мирошников Алексей Юрьевич, Асадулин Энвер Энесович и Усачева Анна Андреевна, даем согласие на обработку персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Отзыв заслушан и одобрен в качестве официального на заседании Секции Ученого совета ИГЕМ РАН по направлению Радиогеоология и Радиогеоэкология от 20 декабря 2023 г., протокол № 5.  
Адрес организации: 119017 Москва, Старомонетный пер., 35. Тел.: (499) 230-82-49  
E-mail: director@igem.ru

Председатель секции ученого совета ИГЕМ РАН по  
направлению Радиогеоология и Радиогеоэкология,  
доктор геолого-минералогических наук,  
чл.-корр. РАН, заведующий лабораторией Радиогеоологии  
и радиогеоэкологии

С.В. Юдинцев

Ученый секретарь секции ученого совета ИГЕМ РАН  
по направлению Радиогеоология и Радиогеоэкология,  
Кандидат геолого-минералогических наук

А.А. Усачева

