

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу ЧУГУЕВСКОГО А.В.
«ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ И ПОДВИЖНОСТЬ ТЕХНОГЕННЫХ ГАММА-
ИЗЛУЧАЮЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЙМЕ РЕКИ ЕНИСЕЙ (БЛИЖНЯЯ ЗОНА
ВЛИЯНИЯ КРАСНОЯРСКОГО ГХК)»,

представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук
по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимическая методы поисков полезных
ископаемых

Актуальность исследований А.В. Чугуевского определяется слабой изученностью миграционной способности техногенных радионуклидов (ТРН) в крупных речных системах Сибири. Значительному загрязнению подверглись крупные реки Обь и Енисей, в бассейнах которых находятся все три отечественных комбината по наработке плутония, одним из которых является Красноярский Горно-химический комбинат (ГХК, г. Железногорск). В отстойниках, расположенных на территории комбината и в аллювиальных отложениях поймы уже накоплены значительные количества ТРН. Большая часть ТРН приурочена к неподвижным и слабо-подвижным формам нахождения, однако последние исследования указывают на значительное накопление ^{137}Cs в высших наземных растениях с последующим вовлечением изотопа во вторичную миграцию. В опубликованных ранее работах, при изучении миграционной способности ТРН, накопленных в пойме реки Енисей, рассматривается, главным образом, их рассеянная форма нахождения. Степень же вовлечения во вторичную миграцию ТРН, содержащихся в форме «горячих» частиц (ГЧ), к настоящему времени изучена слабо. На исследование этих процессов направлена диссертация А.В. Чугуевского. Глава 1 диссертации, в которой приведён аналитический обзор изученности проблемы, освещает современные достижения в этой области и те неясные вопросы, которые автор решает в своей работе.

Научная новизна работы заключается в определении водорастворимых форм ^{137}Cs и процессов их вовлечения во вторичное перераспределение для аллювиальных почв ближней зоны влияния Красноярского ГХК; установлении растворимости «горячих частиц» на этих объектах. На основании проведённой работы Алексей Викторович сделал выводы о распределении ТРН в растительности, установил факт накопления в ней ^{137}Cs и сделал количественную оценку вклада наземной растительности в процессы вторичного перераспределения радиоцезия.

Теоретическая значимость работы А.В. Чугуевского состоит в выяснении механизмов миграции техногенных радионуклидов в речных системах. Немаловажным аспектом исследований является оценка вовлечения во вторичную миграцию ТРН, содержащихся в форме «горячих» частиц, а также механизмов биогенного накопления

радиоцезия. Работа имеет большое значение при анализе взаимодействий в системе «вода – почва – растительность».

Диссертационная работа имеет важное **практическое значение**: результаты исследования указывает на необходимость проведения дополнительных мероприятий по изолированию накопленных на территории комбината радиоактивных отходов от окружающей среды. Возможно, что в будущем результаты работы А.В. Чугуевского найдут своё применение при принятии решения о целесообразности ограничения хозяйственной деятельности на рассматриваемых участках поймы реки Енисей.

Диссертация начинается с обзора изученности проблемы (Глава 1), изложенного достаточно лаконично на 16-ти страницах, но отражающего общую характеристику предприятий ядерно-топливного цикла, а также основные аспекты миграции техногенных радионуклидов. В качестве замечания следует отметить, что не акцентируется внимание на опасности ^{137}Cs , не уточняется его период полураспада и особенности поведения в речных истемах. Содержание главы сводится к обзору различных исследований по уровню содержаний ТРН в речных системах России. Практически нет рассмотрения методик (сравнение, преимущества и недостатки) исследования подвижности ТРН (лабораторных и натуральных экспериментов), в том числе мало информации о зарубежном опыте. Приводится очень краткое описание результатов исследований форм ТРН по четырём методикам, в которых рассмотрены частные случаи поведения водорастворимых форм ТРН и кратко-выводы, полученные авторами, без конкретизации процедуры изучения форм, связанных с гуминовыми и фульвокислотами или илистой компонентой (реактивы, оборудование и т.п.). Между тем, эта практическая информация крайне важна для того, чтобы Алексей Викторович мог обосновать выбор методик определения форм нахождения ТРН и проведения лабораторных и натуральных экспериментов по изучению их подвижности. Между тем, было бы логично в этом разделе описать и обосновать целесообразность применения методики [Обухов и др., 1991; Павлоцкая и др., 1997] для определения форм нахождения радионуклидов (она упоминается в Главе 2, стр. 44), а также процедуры фракционного разделения радионуклидов [Tessier et al., 1979; Бондарева и др., 2005] (Глава 2, стр. 45).

В главе, посвящённой объектам и методам (Глава 2), содержится характеристика района проведения работ и подробное описание всех применяемых в исследовании методов, начиная от полевого опробования, лабораторных анализов и заканчивая методиками расчёта и обработки результатов. По сравнению с подробным описанием методик анализа характеристика объектов исследования приводится крайне сжато, всего на 3 страницах и 2 рисунках. Между тем, информация о геологическом строении

территории и гидрологической характеристике исследованных участков реки необходима для корректной постановки натуральных экспериментов, так и для интерпретации результатов. При описании полевого отбора проб не хватает карт-схем с точками опробования. Хотя и в автореферате, и в диссертации приведены обзорные карты, понимание материала существенно улучшит сводная таблица с перечнем фактического материала (виды и количество проб, дата и координаты места отбора, методы). Кроме того, несколько странной выглядит структура Главы 2. Так, название подпункта «Методы анализа» (раздел 2.3. «Аналитические методы», стр. 36) явно должен носить название «Полупроводниковая гамма-спектрометрия». На фоне детального описания этого метода, более, чем скромно, выглядит обоснование процедур фракционного разделения, определения форм нахождения радионуклидов и проведения лабораторных экспериментов, а между тем, на интерпретации результатов этих исследований базируются формулировки второго и третьего защищаемых положений. В качестве замечания можно отметить, что завершение Глав 1 и 2 разделом «Выводы» существенно упростит понимание материала.

Смысловые главы, содержащие доказательства защищаемых положений, посвящены результатам исследований «горячих» частиц в донных отложениях и аллювиальных почвах, формам нахождения техногенных радионуклидов и вкладу наземной растительности в их миграцию. Сразу же отметим, что проведена большая и тщательная работа, в диссертации содержится богатый фактический материал, а полученная информация подробно обсуждается с учётом ранее полученных достижений в этой области как собственных, так и почерпнутых из литературных источников. Более двух третей от общего объема диссертации отводится автором именно на собственные результаты исследований.

Доказательство **первого положения** основано на определении радиоизотопного, элементного и минерального состава нескольких десятков «горячих» частиц, найденных и изученных лично автором в донных отложениях и аллювиальных почвах ближней зоны влияния Красноярского ГХК в разные годы, начиная с 2003 (Глава 3). На пяти участках поймы р. Енисей Алексеем Викторовичем обнаружено 50 частиц, почти половина которых оказываются моноизотопными (только ^{137}Cs или ^{60}Co). На основании данных электронно-сканирующей микроскопии автор указывает, что, частицы с преимущественным содержанием радиоцезия представляет собой алюмо-силикатную матрицу с внедренными зёрнами окиси урана в отличие от монокобальтовых частиц, в которых уран не обнаружен. Отсутствие активационного изотопа ^{152}Eu и обнаружение соединений урана (UO_2) Алексей Викторович связывает с топливным происхождением, по

крайней мере, части «горячих» частиц. А.В. Чугуевский справедливо отмечает, что присутствие «горячих» частиц в верхнем слое почв, массовое их появление после сильных паводков, обнаружение частиц в местах, где их не находили ранее, появление монокобальтовых частиц, свидетельствует о продолжающемся поступлении горячих частиц в экосистему реки Енисей.

Защищаемое положение хорошо аргументировано и вполне обосновано.

Второе защищаемое положение доказывается детальными анализами форм нахождения техногенных радионуклидов и аллювиальных почвах островов и правобережья ближней зоны влияния ГХК. Для доказательства этого положения привлечены данные по элементному, минеральному и радиоизотопному составу кернов донных отложений косы Атамановской (ближняя зона влияния ГХК) и содержанию техногенных радионуклидов в химических фракциях донных отложений (Глава 4). Используя классическую методику Tessier (1979), Алексей Викторович делает выводы о фракционном разделении ТРН в изученных донных отложениях косы Атамановской. В качестве замечаний стоит отметить, что автором не раскрываются подробности применяемой рутинной или особенности авторской методики фракционного разделения техногенных радионуклидов. Указывается лишь на применение классической процедуры, разработанной для определения форм нахождения металлов, что не даёт возможности оценить обоснованность её применения для решения задач фракционного разделения ТРН. А.В. Чугуевский на основании количественных оценок подвижных (карбонатная и обменная) и условно-подвижных форм (оксиды, гидроксиды Fe, Mn, органика, аморфные силикаты) утверждает, что возможен вынос техногенных радионуклидов из донных осадков косы Атамановской. Наиболее подвижен ^{137}Cs (22 % подвижных форм) в сравнении ^{152}Eu (16 %) и ^{60}Co (15 %). Однако, из изложенного в Главе 4 материала не ясно, какой объем фактического материала стал основой для заключения важного вывода о подвижности ТРН. Что касается доказательств постепенного растворения «горячих» частиц в естественных условиях, Алексей Викторович уделил достаточное внимание подробному объяснению авторской методики проведения лабораторного и длительного натурального экспериментов (описание которых, впрочем, было бы лучше разместить в Главе 2) по взаимодействию почв, загрязнённых моноцезиевой и полиизотопной горячими частицами, с дистиллированной водой или с водами р. Енисей. Сравнительный анализ экспериментального моделирования позволил сделать справедливые и обоснованные выводы о более высокой растворимости полиизотопных частиц (вынос в водный раствор до 3.6 % от исходного ^{137}Cs в течение года), чем моноцезиевых (до 0.09 % ^{137}Cs). Из замечаний к этому разделу диссертации стоит отметить, что результаты экспериментов с

различными типами частиц представлены очень сумбурно, не подкреплены иллюстративным материалом, поэтому плохо воспринимаются и не дают возможность в полной мере оценить оригинальность результатов. Между тем, Алексеем Викторовичем показана потенциальная возможность выноса енисейских «горячих» частиц при выветривании, даны количественные оценки растворимости, что позволяет оценить их радиоэкологическую опасность.

Защищаемое положение доказано большим фактическим материалом и выводами, которые Алексей Викторович сделал при обработке результатов экспериментов.

Третье защищаемое положение содержит выводы о вкладе наземной растительности в миграцию техногенных радионуклидов. А.В. Чугуевский утверждает, присутствие всех радионуклидов, характерных для ближней зоны влияния ГХК, в пробах осоки, подвергавшихся затоплению, в соотношении, типичном для вмещающих почв, говорит о связи этого загрязнения с тонкодисперсной взвесью, принесенной паводковыми водами и осажденной на поверхности растений. Установлено, что осока накапливает в значимых количествах только ^{137}Cs , и после отмирания растения накопленный радионуклид выносится, что указывает на возможность его повторного вовлечения в миграционные процессы.

Положение полностью доказано большим количеством фактического материала, собранного на протяжении многолетних экспедиционных работ, а также проведенным тщательным исследованием.

Замечания к тексту носят редакционный характер и касаются структуры изложения. Трудно зачастую понять, какой материал в той или иной главе относится к конкретному защищаемому положению. Описание методик экспериментов из смысловых глав явно требуют переноса в соответствующую Главу 2 («Объекты и методы»). Не хватает иллюстративного материала, в том числе графиков, диаграмм, фотографий, схем.

Достоверность сделанных в диссертации выводов определяется представительностью фактического материала, высокой квалификацией автора при обработке аналитических данных, тщательностью проводимых исследований и грамотным анализом литературных данных. В целом, диссертация производит очень хорошее впечатление, т.к. тема выбрана интересная, нестандартная, сделано много, хорошо обработано и изложено.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Работа апробирована международных и всероссийских конференциях. Основное содержание и научные положения диссертационной работы опубликованы в 9 статьях (из них 3 под первым авторством) в научных рецензируемых изданиях, входящих в перечень

ВАК, материалах и тезисах конференций. Это более, чем достаточно для подтверждения квалификации, т.е. результаты работы достаточно широко освещены и апробированы.

Алексеем Викторовичем проведена большая работа по процессам миграции техногенных радионуклидов и сделан весомый вклад в понимание процессов его выноса из аллювиальных почв. Поставленные в работе задачи полностью выполнены и цель достигнута. Работа написана, в целом, грамотно и хорошо структурирована.

Диссертация соответствует паспорту специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых в пунктах: 5. «Изучение закономерностей распределения химических элементов и изотопов в природных процессах, закономерностей их поведения и концентрирования в геологических процессах»; 9. «Экспериментальное и теоретическое изучение закономерностей фракционирования изотопов химических элементов в процессах, моделирующих природные».

Диссертационная работа А.В. Чугуевского удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. (№ 842) (ред. от 21.04.2016), и может рассматриваться как завершенная научно-квалификационная работа, в которой содержится решение актуальной научной задачи, имеющей существенное значение для геохимии.

Считаю, что диссертация А.В. Чугуевского отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор достоин присуждения степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых (геолого-минералогические науки).

Заведующая лабораторией гидрохимии ЯНФ
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука
Сибирского отделения Российской академии наук

кандидат геол.-мин. наук
29.11.2019

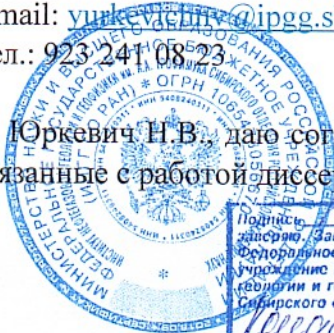
Юркевич Наталия Викторовна

630090, Новосибирск. Проспект академика Коптюга, 3, ИНГГ СО РАН

e-mail: yurkevich@ipgg.sbras.ru

Тел.: 923 241 08 23

Я, Юркевич Н.В. даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Подпись
заведующей, Зав. канцелярией,
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт нефтегазовой
геологии и геофизики им. А.А. Трофимука
Сибирского отделения Российской академии наук
Юркевич Н. В.
ф.и.о. подпись