

УТВЕРЖДАЮ:
Директор Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки Института
геологии и минералогии

В.С.Соболева

Сибирского отделения
Российской академии наук

М.П. Чук Н.Н.



_____ 2019г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С.Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (ИГМ СО РАН)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по теме «Формы нахождения и подвижность техногенных гамма-излучающих радионуклидов в пойме реки Енисей (ближняя зона влияния Красноярского ГХК)» выполнена в лаборатории геохимии радиоактивных элементов и экогеохимии (№ 216) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С.Соболева Сибирского отделения Российской академии наук.

Во время подготовки диссертации соискатель Чугуевский Алексей Викторович работал в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт геологии и минералогии им. В.С.Соболева Сибирского отделения Российской академии наук в лаборатории геохимии радиоактивных элементов и экогеохимии (№ 216) в должности лаборанта-исследователя, затем инженера. В настоящее время работает в должности младшего научного сотрудника Института геологии и минералогии им. В.С.Соболева Сибирского отделения Российской академии наук.

В 2005 году А.В. Чугуевский окончил магистратуру геолого-геофизического факультета Новосибирского государственного университета (Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет») по направлению «геология». со специализацией «экологическая геохимия». В 2008 году закончил очную аспирантуру в ИГУ по специальности 25.00.09 «Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых», кандидатские экзамены сданы (удостоверение № 52/1 по форме 2.2).

Научный руководитель соискателя – Михаил Сергеевич Мельгунов, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией геохимии радиоактивных элементов и экогеохимии (№ 216) ИГМ СО РАН.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Объектом исследования являются «горячие» частицы, аллювиальные отложения и прибрежная растительность поймы реки Енисей в ближней зоне влияния Красноярского Горно-химического комбината (0 – 18 км от места поступления охлаждающих вод реакторов).

Актуальность работы. С 1958 года на протяжении более 30 лет Красноярский Горно-химический комбинат (ГХК) был источником радиоактивного загрязнения поймы реки Енисей долгоживущими техногенными радионуклидами. В отстойниках,

расположенных на территории комбината и в аллювиальных отложениях поймы (особенно в ближней зоне влияния ГХК) накоплены значительные количества таких долгоживущих техногенных радионуклидов (ТРН) как ^{152}Eu , ^{154}Eu , ^{155}Eu , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{241}Am , ^{90}Sr и изотопы плутония, Важным вопросом является возможность вовлечения их во вторичную миграцию.

Пристальное внимание определению форм нахождения радионуклидов в аллювиальных отложениях и изучению вторичного перераспределения депонированных ТРН уделяется с начала 2000-х г.г. (Pavlotskaya et al., 2003, Сухоруков и др. 2004, Бондарева, Болсуновский, 2008, Вакуловский и др., 2008, Bondareva, 2012, Bolshunovsky, Melnikov, 2014, Kogova et al., 2016). Показано, что большая часть ТРН приурочена к неподвижным и слабо-подвижным формам нахождения, что препятствует их переходу в водные растворы.

Вместе с тем, остается ряд нерешенных вопросов. Так, в частности, по некоторым данным в воде реки Енисей даже в дальней зоне влияния ГХК, присутствует ^{137}Cs . Этот факт может быть обусловлен либо миграцией ^{137}Cs из аллювиальных отложений либо его источником может являться растительность, произрастающая на загрязненной территории. В сходных по проблематике регионах (территории, подвергшиеся загрязнению в результате аварии на ЧАЭС, зона влияния комбината «Маяк») отмечается значительное накопление ^{137}Cs в высших наземных растениях. В то время как в зоне влияния ГХК работы по изучению растений береговой зоны, которые подвергаются затоплению во время паводков, к настоящему времени проведены недостаточно полно.

Кроме того, в ходе проведенных ранее исследований, 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. Данная диссертация посвящена решению этих задач.

Наиболее важные научные результаты, полученные соискателем:

Определен радионуклидный и элементный состав «горячих» частиц. Обнаружен тип частиц (моно ^{60}Co), ранее в данном регионе не фиксировавшийся. Показано (реакторное) топливное происхождение ГЧ. Сделан вывод о продолжающемся их поступлении в экосистему реки Енисей.

В ходе проведенных лабораторного и натурного экспериментов показано, что находясь в естественных условиях залегания в затопляемых почвах пойменной части р. Енисей, «горячие» частицы под действием фильтрующей воды и влаги поровых растворов постепенно растворяются, а входящий в их состав ^{137}Cs вовлекается в повторную миграцию. Определено, что полиизотопные частицы растворяются интенсивнее моноцезиевых. В первом случае во вторичное перераспределение вовлекается 3,6% ^{137}Cs , во втором – 0,09%.

Показано, что осок накапливает в значимых количествах только ^{137}Cs . При нарушении нормального цикла развития растений и их отмирании, во время паводковых затоплений происходит вынос накопленного ими ^{137}Cs . Такой же вынос, по-видимому, происходит и при стоке дождевых и талых вод. Это говорит о возможности повторного вовлечения ^{137}Cs в миграционные процессы из аллювиальных почв за счет жизнедеятельности растений, произрастающих на загрязненных территориях.

Для изученного модельного участка рассчитано минимальное количество ^{137}Cs , вовлекаемого наземными растениями в повторную миграцию только за счет паводковых явлений. Ежегодно эта величина составляет от $3,8 \times 10^5$ до $1,87 \times 10^6$ Бк.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации:

Основной работы послужили материалы, собранные автором во время полевых работ в составе экспедиционных отрядов ИГМ СО РАН в период с 2003 по 2016 гг. Автор лично производил пробоотбор и пробоподготовку полевого материала, гамма-

спектрометрический анализ, натурные и лабораторные эксперименты. Самостоятельно проведена статистическая обработка данных, дана интерпретация полученных результатов

Научная новизна. Впервые для аллювиальных почв ближней зоны влияния Красноярского ГХК определено наличие водорастворимой формы ^{137}Cs . Установлен многостадийный характер вовлечения её во вторичное перераспределение. Впервые проведены лабораторные и натурные эксперименты по изучению растворимости енисейских «горячих» частиц. Показано, что содержащиеся в них ГРН могут вовлекаться во вторичную миграцию в естественных условиях. Впервые проведена количественная оценка вклада наземной растительности в процессы вторичного перераспределения радиоцезия, накопленного в аллювиальных отложениях поймы реки Енисей в ближней зоне влияния Красноярского ГХК.

Практическая значимость. Установлено регулярное поступление в экосистему реки Енисей «горячих» частиц, происходит постоянное поступление локальных источников ГРН в верхние горизонты аллювиальных почв и донных отложений, что указывает на необходимость проведения дополнительных мероприятий по изолированию накопленных на территории комбината радиоактивных отходов от окружающей среды. Выявлены высокие уровни накопления ГРН наземной растительностью прибрежной полосы, которая широко используется местным населением в сельскохозяйственных целях. Полученные результаты могут быть использованы при принятии решения о целесообразности ограничения хозяйственной деятельности на рассматриваемых участках поймы.

Соответствие результатов работы научной специальности. Работа выполнена по специальности 25.00.09 «геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых», которая предполагает исследования в области знаний о формах нахождения и поведения химических элементов в природных и техногенных процессах, об условиях концентрирования и рассеяния элементов.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем: основные научные результаты и материалы диссертации изложены А.В. Чугуевским с соавторами в научных публикациях и представлены на конференциях. Всего опубликовано 18 печатных работ, в том числе 8 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК.

Основные публикации соискателя:

1. Sukhorukov F.V., Melgunov M.S., Chuguevsky A.V. "Hot" and active particles in alluvial soils and sediments of the Yenisei River: radioisotope composition // Radioprotection. 2009. Т. 44. № 5. P. 227–231.
2. **Чугуевский А.В.**, Сухоруков Ф.В., Мельгунов М.С., Макарова И.В., Титов А.Т. «Горячие» частицы реки Енисей: радиоизотопный состав, структура, поведение в естественных условиях // Доклады Академии наук. 2010. Т. 430. № 1. С. 102–104.
3. Кропачева М.Ю., **Чугуевский А.В.**, Мельгунов М.С., Богущ А.А. Поведение ^{137}Cs в системе почва – ризосфера - растение на примере поймы реки Енисей // Сибирский экологический журнал. 2011. Т. 18. № 5. С. 719–727.
4. Sukhorukov F.V., Melgunov M.S., **Chuguevskii A.V.** The pebble fines contribution into radiation environment of the river Yenisei floodplain in an influence zone of the Krasnoyarsk mining and chemical combine (KMCC) // Radioprotection. 2011. Т. 46. № 6 SUPPL. P. S17–S23.
5. Kropatcheva M., **Chuguevsky A.**, Melgunov M. distribution of ^{152}Eu and ^{154}Eu in the 'alluvial soil-rhizosphere-plant roots' system // Journal of Environmental Radioactivity. 2012. Т. 106. P. 58–64.

6. Bolsunovsky A., Melgunov M., **Chuguevskii A.**, Lind O.C., Salbu B. Unique diversity of radioactive particles found in the Yenisei River floodplane // Scientific Reports. 2017. Т. 7. № 1. P. 11132.
7. **Чугуевский А.В.**, Мельгунов, И.В. Макарова РОЛЬ «горячих» частиц реки Енисей во вторичном перераспределении техногенных радионуклидов // Экология промышленного производства. 2018. 4(104). С. 7–12.
8. **Чугуевский А.В.**, Мельгунов М.С., Макарова И.В., Кропачева М.Ю. К вопросу о роли растительности в перераспределении техногенных радионуклидов в аллювиальных отложениях островов реки Енисей (ближняя зона влияния Красноярского ГХК). Вестник Забайкальского государственного университета. 2019. Т. 25. № 2. С. 54–62.

Остальные работы, включая сборники и материалы конференций:

1. Мельгунов М.С., Сухоруков Ф.В., **Чугуевский А.В.**, Ковалев С.И. Техногенные радионуклиды в аллювиальных отложениях реки Енисей: неоднородность распределения – причина и следствия. Труды Международной конференции Радиоактивность после ядерных взрывов и аварий. СПб: Гидрометеоздат, 2006, том № 2, с. 313-318. Москва, 2005 г
2. **Чугуевский А.В.**, Кропачева М.Ю., Мельгунов М.С., Сухоруков Ф.В. К вопросу о роли растительности в перераспределении техногенных радионуклидов в аллювиальных отложениях островов реки Енисей (ближняя зона влияния Красноярского ГХК). Труды Международной конференции Радиоактивность после ядерных взрывов и аварий. СПб: Гидрометеоздат, 2006, том № 2, с. 319-324. Москва, 2005 г
3. **Чугуевский А.В.**, Мельгунов М.С., Сухоруков Ф.В., Кропачева М.Ю. Миграция техногенных радионуклидов в аллювиальных отложениях радионуклидов в аллювиальных Енисей (ближняя зона влияния Красноярского ГХК). Материалы IV Международной научно-практической конференции «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде Т. 1, с. 470-475, Семипалатинск 2006.
4. Кропачева М.Ю., **Чугуевский А.В.**, Мельгунов М.С. ^{137}Cs в системе "почва - ризосфера - растение" // Вестник КазНУ. Серия химическая. - 2007. - № 5(49). - С. 82-83
5. Кропачева М.Ю., **Чугуевский А.В.**, Макарова И.В., Мельгунов М.С. Радиоцезий и радиостронций в системе "аллювиальная почва - ризосфера прибрежно-водных растений" Материалы III Международной конференции Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека, с. 293-295, Томск 2009
6. Melgunov M.S., Pokhilenko N.P., Strakhovenko V.D., Sukhorukov F.V., **Chuguevskii A.V.** Fallout traces of the Fukushima NPP accident in southern west Siberia (Novosibirsk, Russia) // Environmental Science and Pollution Research. 2012. Т. 19. № 4. P. 1323–1325.
7. Сухоруков Ф.В., Мельгунов М.С., Макарова И.В., **Чугуевский А.В.** Стронций-90 в пойме нижнего течения реки Томь. Материалы IV Международной конференции Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека с. 501-506., Томск, 2013.
8. Melgunov M.S., Kropacheva M.Yu., **Chuguevskii A.V.**, Bolsunovsky A.Ya. Active particles in alluvial soils of the Yenisei River: isotopic composition, morphology and structure. Third International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research, RAD 2015, P. 275-279., Budva, Montenegro, 2015.
9. Болсуновский А.Я., Дементьев Д.В., Зотина Т.А., Мельгунов М.С., **Чугуевский А.В.** Радиоактивные частицы в бассейне реки Енисей. Материалы V Международной конференции Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. с. 133-134. Томск, 2016.
10. Kropacheva M., **Chuguevsky A.**, Melgunov M., Makarova I. The ^{137}Cs isotope removal through "soil –rhizosphere –plant" system in the Yenisei river flood-plain 8th

International symposium on In Situ Nuclear Metrology as a tool for radioecology, INSINUME-2019, p. 23-26, Turkey, Kusadashi, 2019.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертация «Формы нахождения и подвижность техногенных гамма-излучающих радионуклидов в пойме реки Енисей (близкая зона влияния Красноярского ГХК)» Чугуевского Алексея Викторовича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – «Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Заключение принято на расширенном заседании лаборатории геохимии радиоактивных элементов и экогеохимии (№ 216) ИГМ СО РАН. Всего присутствовало – 22 человека, из них докторов геол.-мин. наук – 8, кандидатов геол.мин. наук – 10. Протокол № 641 от 30 мая 2019 года.

Заключение оформил:

Щербов Борис Леонидович
кандидат геолого-минералогических наук,
старший научный сотрудник лаборатории
геохимии радиоактивных элементов и
экогеохимии (№ 216) ИГМ СО РАН



30.07.2019 г.