



УТВЕРЖДАЮ

ИО директора ИГМ СО РАН

  
Д.Г.-М.Н. В.Н. Реутский

«4» сентября 2018 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки (ФГБУН)

Институт геологии и минералогии им.В.С.Соболева СО РАН

630090, Российская Федерация, г.Новосибирск,

Проспект академика Коптюга, 3, ФГБУН «ИГМ СО РАН»

email: [director@igm.nsc.ru](mailto:director@igm.nsc.ru), [science@igm.nsc.ru](mailto:science@igm.nsc.ru)

Сайт института: <http://www.igm.nsc.ru/>

Тел.: +7 (383) 373-03-28

### ОТЗЫВ

официальной ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки (ФГБУН) Института геологии и минералогии им.В.С.Соболева (ИГМ) СО РАН на диссертационную работу Грицко Полины Павловны «РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОРИЯ, УРАНА И  $^{137}\text{Cs}$  В ПОЧВАХ ГОРОДОВ ИРКУТСК И АНГАРСК (ПРИБАЙКАЛЬЕ)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология.

**Актуальность работы**, посвященной исследованию геохимии современного почвенного покрова городов, связана, в первую очередь, с изучением современной радиэкологической обстановки, что диктуется ухудшающимся экологическим состоянием всех компонентов природной среды промышленных центров Сибири. Города выступают в качестве мощных источников техногенных веществ, включающихся в региональные миграционные циклы. Почва, находясь на пересечении всех путей миграции химических элементов, является основным компонентом природной среды, несущим в себе суммарный эффект многолетнего техногенного воздействия. Почвенный покров является существенным информативным объектом, аккумулируя в себе различные поллютанты, поступающие в окружающую среду. Результаты, полученные современными методами исследования вещества с использованием новейшей аппаратуры и высоких технологий, а также систематизация фактического материала о удельной радиоактивности почв в зависимости от их типа позволила автору установить приоритетные источники привноса исследуемых радиоэлементов в почвы и урбаноземы городов и создать карты – схемы площадного распределения радиоэлементов, а также значений уровня МЭД гамма-излучения. Полученные новые данные будут полезны для

служб органов здравоохранения, охраны природы и служб мониторинга за состоянием природной среды при планировании и разработки комплексной оценки антропогенного воздействия на природную среду с целью стабилизации ее состояния в городах Иркутске и Ангарске.

Автором обоснованно выбран **основной объект исследования** – почвы двух крупных индустриальных центров Восточной Сибири – Иркутска и Ангарска. Территория Байкальского региона является составной частью Восточно-Сибирской урановорудной провинции, вследствие чего слагающие его геологические формации специализированы на естественные радионуклиды – уран и торий, являющиеся для региона приоритетными эндемическими элементами. При повышенном природном радиационном фоне, на протяжении многих лет, территория Байкальского региона подвергалась воздействию радиационных выпадений, в первую очередь, за счет испытаний ядерного оружия на полигонах: Семипалатинском (СССР) и Лобнорском (КНР). Не менее значимыми очагами радиоактивного воздействия территории двух крупных индустриальных центров Восточной Сибири – городов Иркутск и Ангарск являются предприятия теплоэнергетики, медицинские учреждения, территории дислокации военных объектов, широко использующие источники радиоактивного излучения, эталоны, различные приборы с радиоактивными шкалами, а также предприятия, перерабатывающие или транспортирующие радиоактивное сырье. На территории г. Ангарска располагается крупнейшее предприятие атомной промышленности – Электролизный химический комбинат (АО «АЭХК») по производству природного и обогащенного гексафторида урана.

Четко сформулирована **цель работы** – радиоэкологическая оценка современного состояния территорий городов Иркутск, Ангарск и пригородных зон по данным изучения распределения радиоактивных элементов в почвах. Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи**: (1) произвести пробоотбор почвенного материала и определение в нем валовых содержаний U, Th; значений удельной активности  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ , а также  $^{137}\text{Cs}$ ; (2) изучить особенности и характер распределения исследуемых радиоэлементов в почвенном покрове городов и пригородных территорий; (3) произвести измерение уровня мощности экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучения на местности; (4) установить генезис источников участков повышенных концентраций исследуемых элементов; (5) составить обобщающие карты-схемы, отражающие мощность уровня эквивалентной дозы гамма-излучения радиационного фона; площадное распределение радиоэлементов в почвенном покрове городов Иркутск, Ангарск и пригородных территорий; (6) оценить современный статус радиоактивности

исследуемой территории с точки зрения экологической позиции. Для решения поставленных задач автором использован **комплекс методов исследований**:

- определение валового содержания элементов тория и урана проведено неdestructивным рентгенофлуоресцентным методом анализа (РФА) на рентгеновском спектрометре S4 Pioneer фирмы Bruker AXS, (Германия) с применением отечественных стандартных образцов ГСО БИЛ-1, ГСО СГД-1А;
- измерение почвенного материала для определения значений удельной активности  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  проводились на низкофоновой гамма-спектрометрической установке – финском анализаторе импульсов NOKIA;
- рентгеноспектральным электронно-зондовым микроанализом (РСМА) изучен фазовый и химический состав минеральной составляющей почв. Исследование порошков почв выполнено на микроанализаторе Superprobe JXA-8200 (JEOL Ltd, Япония);
- измерения мощности доз гамма-излучения в сопряженных точках пробоотбора проведено дозиметром ДКГ-07Д «ДРОЗД». Измерения проводились согласно ГОСТа 26307-84 на уровне 1 м от поверхности земли;

Важно, что проведен межлабораторный контроль в современных аккредитованных лабораториях г. Иркутска: Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, Институт Земной коры СО РАН, аналитическая лаборатория Байкальского филиала «Сосновгеология» ФГУГП «Урангеологоразведка», лаборатория радиационного контроля Иркутского отделения филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО». Контрольные результаты показали хорошую сходимость.

Полученный аналитический материал подвергнут статистической обработке в программных пакетах «Microsoft Excel 2007» и «Statistica 7.0». Серия моноэлементных карт площадного распределения тория, урана, их соотношения построена с использованием программного пакета «ArcGis 9.3» методом «Kernel interpolation» при построении изолиний. Обработка графиков, чертежей и различных схем выполнялась с помощью программ «CorelDRAW X12», «Grapher», «Adobe Photoshop», «MS Office Picture Manager», «Paint».

**Фактическим материалом** для написания данной работы послужили пробы почвенного покрова на территории г. Иркутска и пригорода, г. Ангарска и поселка Белая Зима Тулунского района, отобранные в полевые сезоны 2010-2013 гг. Радиоэкологические исследования проводились автором. **Достоверность результатов работы** обеспечена большим объемом фактического материала; применением современных высокоточных аттестованных аналитических методов с использованием стандартных образцов и

проведением межлабораторного контроля; глубиной проработки материала; апробацией результатов исследований на российских и зарубежных конференциях.

**Научная новизна** Диссертантом впервые проведено радиоэкологическое исследование современного состояния почвенного покрова городов Иркутск, Ангарск. Выявлены закономерности распределения радионуклидов, определены источники повышенных содержаний радиоактивных элементов в почвенном покрове территорий исследуемых городов. Установлены уровни удельной активности и рассмотрены особенности площадного распределения техногенного  $^{137}\text{Cs}$  в почвах г. Иркутска и пригорода. Впервые построены карты распределения по всей исследуемой территории - площадного распределения радиоэлементов, а также значений уровня МЭД гамма-излучения, отражающие современную радиоэкологическую обстановку в исследуемых городах.

**Практическая значимость** исследования определяется возможностью использования результатов работы для решения прикладных задач, связанных с прогнозированием экологической оценки городской территории с учетом радиационных нагрузок с целью разработки практических рекомендаций для улучшения экологической ситуации и выработки нормативных радиологических показателей для зонирования и нормирования территории.

**Апробация работы** выполнена на достаточном количестве публикаций. Опубликовано 20 публикаций, в том числе 3 статьи в российских рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК; статья базы научного цитирования Scopus и 16 тезисов докладов в материалах всероссийских и 9 международных конференций, проводимых в 2010-2018 гг.

**Структура и основное содержание.** Диссертация объемом 160 страниц состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 254 источника. Работа содержит 52 рисунка и 34 таблицы.

Введение содержит все необходимые для диссертаций атрибуты.

В первой главе на основе литературных данных изложено современное состояние изученности вопроса современного состояния радиоэкологических исследований. Обоснована важность изучения распределения радиоактивных элементов в различных компонентах окружающей среды (преимущественно, в аккумулирующем объекте – почвенном покрове). Дана хронология событий радиационного загрязнения территорий Сибири и о составляющих радиационного фона. Показано, что земные источники радиации, в среднем, обеспечивают более 5/6 годовой эффективной дозы, получаемой населением, в основном вследствие внутреннего облучения от радиоактивных веществ,

попавших в организм с пищей, водой и воздухом. Путем внешнего облучения остальную часть вносят космические лучи. Данная глава включает информацию о том, что радиоактивность в почвенном покрове определяется, главным образом, минералогией материнской породы и все изменения в почве неразрывно связаны с эволюцией минеральной основы той или иной породы в процессе почвообразования. К недостаткам главы можно отнести отсутствие материала о классификации типов почв и почвенных горизонтов.

Вторая глава посвящена характеристике объектов и методов исследований. Материал, на котором базируется работа, представлен 248 почвенными пробами различных функциональных зон территории г. Иркутска, из которых 31 образец почвенного материала отобран в окружении на различном расстоянии от города. По г. Ангарску отобрано 120 почвенных проб, 15 почвенных образцов отобрано с пригородных зон; 24 почвенных пробы отобрано на территории по направлению северо-западных ветров от Ангарского электролизно-химического комбината (АО «АЭХК») до г. Иркутска; 8 образцов почвенного материала отобрано на территории тантал-ниобиевого месторождения поселка Белая Зима (Харанты) Тулунского района. То есть с учетом ландшафтно-геохимических особенностей территории, наибольшее количество почвенного материала отобрано в районах с высокой антропогенной нагрузкой и минимальное – на окраинах городов. Основные пробы почв на исследование валового содержания радиоактивных элементов отбирались из поверхностного гумусово-аккумулятивного слоя (0-10 см), предварительно очищенного от верхнего дернового слоя. Диссертант не объясняет как это было сделано, ведь мощность дернового горизонта в каждой точке опробования своя, как освобождались от корней растительности, проникающих из дернового горизонта и т.д. Требуется детализация условий пробоотбора и объяснения учитывался ли тип почв при этом. Для определения содержаний радиоактивных элементов в исследуемых объектах и их радиоактивности диссертант использовал комплекс достаточно современных аналитических методик. Качество полученных аналитических данных не вызывает сомнения. Вместе с тем, при описании основных положений используемых методик не указан ряд важных параметров. Так в диссертации не указана масса навески исследуемого образца при проведении определения урана и тория методом РФА. По-видимому, она составляет величину 1-10 грамм. Учитывая то, что при проведении гамма-спектрометрического анализа масса навески составляла 200-300 грамм, что почти на два порядка больше, неизбежно встает вопрос о величине представительной навески при определении радиоактивных элементов в почвах. Рассмотрение этого вопроса в диссертации отсутствует. Важность этого параметра

проявляется на примере сопоставления результатов, представленных в главе 4. В разделе 4.2.2 «Распределение радиоактивных элементов в почвах г. Иркутска. Уран.» приведены средние содержания урана в почвах г. Иркутск, полученные методом РФА, на уровне 3,5 мг/кг при минимальных содержаниях 0,5 и максимальных - 44,9 мг/кг. Пересчет на удельную активность дает величины 43,5, 6,2 и 558 Бк/кг, соответственно. В разделе 4.5.2 «Удельная активность радионуклидов в почвах г. Иркутска.  $^{226}\text{Ra}$ .» средняя удельная активность  $^{226}\text{Ra}$ , полученная гамма-спектрометрическим методом, составляет 26,6 Бк/кг при минимальных и максимальных значениях 2,4 – 120,4 Бк/кг. Подобное расхождение может быть связано с разными причинами, в том числе: а) со значительным усреднением при использовании большой навески в последнем случае, б) с существенным нарушением радиоактивного равновесия между ураном и радием в экзогенных условиях. К сожалению, диссертант не дает объяснения, с чем связано это расхождение. Нужно дать пояснения.

В третьей главе приведены основные сведения о природно-климатических характеристиках, преимущественно территории г. Иркутска и автор делает подробный анализ радиоэкологического состояния городов Иркутск и Ангарск. Основное замечание к графическому оформлению данной главы. На картах-схемах в основном отсутствует масштаб, легенда обозначений практически на всех дана не полностью.

Четвертая глава содержит результаты изучения содержаний радиоактивных элементов в почвах г. Иркутска и пригорода в следующих аспектах: описана специфика распределения валовых содержаний тория и урана в гумусоаккумулятивном горизонте почвенного покрова. Детально рассмотрен генезис повышенных содержаний радиоэлементов и показаны особенности распределения торий-уранового отношения. В главе приведены схема пространственного распределения валового содержания Th и U (мг/кг) в почвенном покрове г. Иркутска и окрестностей. На Th схеме непонятно, как отстраивается область максимальных значений: между точками опробования, с более низкими содержаниями проходит зона максимальных значений, при отсутствии в ней точек опробования? Проведен сравнительный анализ данных по распределению валовых содержаний тория и урана в гумусоаккумулятивном горизонте и определенных их удельных активностей. Отдельно рассмотрен вопрос о величине торий-уранового отношения (Th/U) – важного оценочного показателя состояния почв. В небольшой подглаве показан уровень МЭД гамма-излучения территорий и детально разобран его расчет. В главе также приведены данные о закономерностях распределения тория и урана в почвах, для чего использовались результаты описательной статистики, величины парной корреляции; проводилась проверка на нормальность распределения элементов в выборке тестами Колмогорова-Смирнова и Хи-квадрат. Особое внимание в главе уделено

распределению удельной активности радиоцезия. Диссертантом установлено, что современная радиационная обстановка исследуемой территории, не представляет потенциальной опасности. Плотность содержания  $^{137}\text{Cs}$  в почвах города и его окружения не превышает  $0,6 \text{ кБк/м}^2$ , что в 2,5 раза меньше значения глобального фонового уровня для территории Южной Сибири ( $1,5 \text{ кБк/м}^2$ ). На базе этого материала формулируются все три защищаемых положения.

По интерпретационной части работы заключительной подглавы 4 главы «Результаты исследования почв г. Иркутска методом рентгеноспектрального электронно-зондового микроанализа» много замечаний. Большое количество ошибок и неточностей в определении морфологии минералов и их состава. Например, диссертант пишет «наблюдаются частицы природного происхождения правильной ограненной формы в виде прямоугольников, квадратов, треугольников, параллелепипедов, трапеций» - на снимке можно наблюдать плохо окатанные зерна и обломки минералов, их сростаний и горных пород. При интерпретации состава частицы 2 таблицы 4.27 – апатит, выявлено в её составе  $44\% \text{ TiO}_2$ . Если посмотреть на снимок, то хорошо заметно сростание минимум двух минералов, при этом основной минерал исходя из приведенного химического состава - рутил; при интерпретации частицы 4, не обращается внимания, на присутствие в составе меди и т.д. Данный материал требует серьёзной доработке, но в данной диссертации этот материал не используется для обоснования защищаемых положений.

**Пятая глава** посвящена изучению почвенного покрова территории г. Ангарска и пригорода, распределению и содержанию в нем тория, урана, их отношения, показателю уровня МЭД гамма-излучения. Аналогично г. Иркутску, почвенный покров окружения г. Ангарска характеризуется наименьшими содержаниями как U, так и Th относительно жилой территории г. Ангарска. Повышенные значения уровня МЭД гамма-излучения ( $0,23-0,34 \text{ мкЗв/ч}$ ) приурочены к максимальным концентрациям рассматриваемых радиоэлементов. В жилой зоне города и его окраинах величина МЭД гамма-излучения низкая и составляет  $0,14-0,18 \text{ мкЗв/ч}$ .

В заключение диссертации выделены основные закономерности, установленные Грицко П.П. в процессе работы и на базе которых сформулированы защищаемые положения. В целом изложенный материал соответствует целевой установке и задачам диссертационного исследования. Полученные научные результаты и выводы являются обоснованными и достоверными.

Первое защищаемое положение касается содержания тория и урана в почвенном покрове в промышленных городах Иркутске и Ангарске в сравнении с содержаниями относительно почв их окружения. В зонах техногенеза выявлены наибольшие содержания

тория и урана, формирующие локальные, различные по своей специфике низкоконтрастные ореолы источников привноса радиоэлементов в окружающую среду.

Второе защищаемое положение связано с пространственным распределением величины торий-уранового отношения. Индикатором является отклонение торий-уранового отношения от нормального (3,5-5), так же как и отношения  $^{232}\text{Th}/^{226}\text{Ra} < 1$ . Городским почвам зон техногенеза свойственна «урановая природа». «Ториевая природа» характерна для антропогенно измененных почв сельскохозяйственного назначения.

В третьем защищаемом положении утверждается, что основная техногенная радиационная нагрузка на городские агломерации Иркутска обусловлена местными источниками. Существенной аэрогенной эмиссии урана по преобладающим северо-западным ветрам от г. Ангарск через г. Иркутск не выявлено.

Список использованной литературы довольно внушительный и состоит из работ российских и зарубежных исследователей.

Автореферат и опубликованные работы полно и всесторонне отражают основные положения диссертации. Автореферат и текст диссертации оформлены согласно требованиям нормативно-методических документов.

Несмотря на указанные замечания, диссертационная работа Грицко Полины Павловны «РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОРИЯ, УРАНА И  $^{137}\text{Cs}$  В ПОЧВАХ ГОРОДОВ ИРКУТСК И АНГАРСК (ПРИБАЙКАЛЬЕ)», соответствует квалификационным требованиям Положения ВАК о присуждении ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Ее автор Грицко П.П. заслуживает присуждения степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология.

Отзыв рассмотрен и одобрен в качестве официального на заседании Ученого совета ИГМ РАН 04.09.2018 г. (протокол № 8).

Внс лаборатории геохимии  
благородных и редких элементов  
и экогеохимии ИГМ СО РАН  
доктор геол-мин. наук  
Тел. +7 (383)3308110 E-mail: [strahova@igm.nsc.ru](mailto:strahova@igm.nsc.ru)

В.Д.Страховенко

Снс лаб. геохимии  
благородных и редких элементов  
и экогеохимии ИГМ СО РАН  
канд.геол-мин.наук

М.С. Мельгунов