

ОТЗЫВ

на диссертацию Злобиной Анастасии Николаевны
«Граниты с повышенным радиационным фоном и некоторые
радиоэкологические проблемы в районах их распространения»,
представленную на соискание учёной степени
кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36
– Геоэкология (науки о Земле)

Диссертационная работа Злобиной А.Н. посвящена одной из актуальных проблем - изучению влияния естественного радиационного фона в районах распространения высокорadioактивных горных пород на состояние здоровья населения. Исследования выполнены на примере высокорadioактивных гранитов района г. Белокуриха Алтайского края, пгт. Колывань Новосибирской области, г. Чжухай провинции Гуандун (Китай) и г. Эшасьер региона Овернь (Франция).

Актуальность исследований. Радиация – неотъемлемая составляющая окружающей среды. В любом месте на нашей планете или за ее пределами биологические объекты испытывают влияние альфа-, бета- и гамма-радиоактивности, образующейся вследствие распада природных (урана (U), тория (Th), радия (Ra), радона (Rn) и др.) и техногенных (цезия (^{137}Cs), стронция (^{90}Sr), америция (Am), плутония (Pu) и др.) радиоактивных изотопов. Вопрос воздействия радиации на здоровье человека состоит в уровне поглощаемой дозы, времени воздействия ионизирующих лучей на человеческий организм, а также радиочувствительности и радиорезистентности его отдельных органов и тканей.

На земном шаре наряду с участками антропогенного загрязнения радионуклидами существуют места с аномальным уровнем естественного радиационного фона, обусловленным повышенными содержаниями естественных радиоактивных элементов в объектах окружающей среды. К таковым относятся различные участки земной коры, содержащие породы, аномально обогащенные радиоактивными элементами, в том числе области распространения высокорadioактивных гранитов, известные на всех обитаемых материках планеты. Отмечено, что ионизирующая радиация вызывает некоторые медико-биологические проблемы у населения, в основном связанные с повышенным уровнем генных, геномных и хромосомных деформаций и увеличением онкозаболеваемости. Связь уровня естественной радиоактивности и малых доз радиации с показателями заболеваемости населения некоторыми неинфекционными болезнями изучена недостаточно детально.

В связи с этим, изучение связи минералого-геохимических особенностей высокорadioактивных пород и продуктов их выветривания с их

радиоэкологическими показателями и оценка медико-биологических последствий и рисков для населения, проживающего в районах с высокой естественной радиацией, является актуальной задачей, решаемой соискателем.

Достоверность и новизна научных положений. Вынесенные на защиту научные положения являются новыми для исследуемой области знаний.

Автором представлены новые оригинальные данные по содержанию и распределению естественных радиоактивных элементов в гранитах и продуктах их выветривания в разных климатических зонах умеренного, резко континентального и субтропического климата.

В работе показано, что формирование радиогеохимической зональности при выветривании гранитоидов зависит от климатических условий. При этом автором отмечено, что поведение тория в процессе формирования коры выветривания по исследуемым гранитам во многом схоже с поведением урана, что отличается от сложившегося представления о различии геохимии этих элементов при выветривании гранитоидов.

Сделан вывод о преимущественно сорбционном характере накопления урана в коре выветривания высокордиоактивных гранитоидов.

Установлена высокая радоноопасность всех изученных территорий распространения высокордиоактивных гранитоидов.

Соискатель обосновал взаимосвязь состояния здоровья населения исследуемых районов с уровнями накопления радиоактивных элементов и общей радиоактивностью пород.

Практическая значимость исследований обусловлена возможностью использования выявленных основных закономерностей распределения радиоактивных элементов в корах выветривания для прогнозирования состояния радиоэкологической обстановки на территориях с разными природно-климатическими условиями.

Обоснованы причины аномальной заболеваемости у населения на исследованной территории.

Даны рекомендации по учёту воздействия радиационных рисков от естественных источников (концентрации естественных радиоактивных элементов в породах, почве, воде и уровень ^{222}Rn , ^{220}Rn) при оценке санитарно-эпидемиологического статуса населения.

Практическая значимость этой работы так же, как и актуальность, не вызывает сомнения.

Результаты работ **апробированы** на European Geosciences Union General Assembly (2012 Vienna, Austria); 2nd Global Soil Security Conference (2016, Paris, France); V International Conference «Radioactivity and radioactive elements in environment» (2016, Tomsk, Russia); IV International Conference on Radiation and

Applications in Various Fields of Research (2016, Nis, Serbia); 7th International Conference on Medical Geology (2017, Moscow, Russia); Всероссийской конференции с международным участием «Современные направления развития геохимии» (2016, Иркутск); Международном научном симпозиуме студентов, аспирантов и молодых учёных им. академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (2011-2019 гг., Томск) и др.

Основные результаты изложены в 27 публикациях, в том числе в 2 статьях, опубликованных в рецензируемых изданиях, включенных в перечень ВАК и 2 статьях в изданиях, индексируемых международными базами данных (Web of Science, Scopus).

Все это указывает на то, что диссертационная работа подготовлена специалистом с научным складом ума, способным к самостоятельному решению сложных научно-исследовательских задач.

Диссертация состоит из введения, шести глав и заключения, изложенных на 122 стр. текста и списка литературы, включающего 164 наименования.

Структура диссертации логична, изложение каждого последующего раздела опирается на предыдущий. В целом можно заключить, что автор представил единый завершённый научный труд.

Вместе с тем, наряду с общей положительной оценкой работы, нельзя не отметить и ряд недостатков. Изложу их последовательно. Вначале замечания общего плана, касающиеся работы в целом, затем замечания, относящиеся к сути защищаемых положений.

Соискатель в некоторых случаях достаточно вольно обращается с терминологией. Например, на рисунке 1.1 гранитные тела названы «*залежами гранитов*». Причем это касается всех изученных гранитоидов.

Другой пример, при характеристике научной новизны соискатель заявил, что «*Определены горизонты накопления ЕРЭ в корах выветривания – зоны дресвы и глины*». Кора выветривания – это и есть глина. Все, что выше зоны дезинтеграции (дресвы) – это глина (гидрослюдистая, монтмориллонитовая, каолиновая, аллитовая). В зависимости от состава глинистых минералов принято выделять определенные зоны. Вероятно, какая-то из этих зон и является горизонтом, благоприятным для накопления радиоактивных элементов, а не глина в целом.

Раздел 4.1 назван «*Общий геохимический состав гранитов, кор выветривания и почв*». Что означает термин «*геохимический состав гранитов*»? Чем геохимический состав отличается от химического или минерального состава?

Первая глава посвящена вопросам влияния естественной радиоактивности и малых доз радиации на организм человека. Рассмотрены как негативные последствия, так и положительное действие радиации.

На мой взгляд в работе не хватает раздела, посвященного обзору и анализу ранее выполненных работ. Отдельная, но не полная, информация встречается в главах. Наличие такого раздела позволило бы снять вопросы приоритета отдельных исследований. Например, соискатель пишет *«Впервые изучено распределение ЕРЭ по профилю «исходная порода – кора выветривания – почва» в районах г. Белокуриха Алтайского края, пгт. Колывань Новосибирской области...»*. В то же время, еще в 2004г. группа авторов (Росляков и др., 2004) представила такой разрез по району пгт. Колывань. В защиту соискателя следует сказать, что на том разрезе нет почв и не выделены зоны, но выполнен достаточно детальное исследование распределение урана до глубины более 100 м. Глава 1, претендующая на обзорную, посвящена исключительно обоснованию негативного или положительного влияния радиации на организм человека. В некоторых случаях там имеет место тенденциозный, однобокий подход. Например, г. Балей в Забайкальском крае рассматривается как классический пример влияния радиоактивности (монацитовая россыпь) на здоровье населения. Одним из основных заболеваний определено психическое расстройство у детей (95%), почему-то не проявленное на других изученных автором четырех объектах. Ссылка почему-то сделана на государственную геологическую карту 2006 г. Известно, что г. Балей расположен на одноименном месторождении, где более 150 лет велась добыча золота. Как известно, ранее в 19 веке и в начале 20 века в технологической схеме извлечения золота широко применялась ртуть. Ртуть, как известно, один из наиболее токсичных элементов, вызывающих в том числе и психические заболевания, связанные с воздействием на мозг. Не стоит ли рассмотреть проблему с этой позиции так же, как с позиций радиозоологии.

Глава 2 включает описание материалов и методов исследования: отбор проб, лабораторно-аналитические исследования и статистическую обработку данных.

Здесь в качестве замечания нужно отметить необходимость показать, насколько хорошо совпадают данные ИНАА и полевой гамма-спектрометрии, так как оба этих метода использованы в работе. Различия, конечно, будут и их нужно объяснить. Просто рассказа об особенностях того и другого вида анализа недостаточно. Нужны табличные данные или график.

Глава 3 характеризует природно-климатические и геологические условия районов исследования. Глава написана кратко, но емко и хорошо проиллюстрирована.

В главе 4 описаны общие геохимические и минералогические особенности гранитов и развитых по ним кор выветривания и почв, а также особенности накопления и характер распределения Th и U по профильным разрезам. Рассмотрен вопрос изменения формы нахождения радионуклидов в процессах выветривания гранитов. Это основная содержательная глава, в которой проведено обоснование двух защищаемых положений.

Первое защищаемое положение. *«Исследуемые граниты отличаются повышенной концентрацией естественных радионуклидов и относятся к различным радиогеохимическим типам: граниты Белокурихинского (K – 6,5 %, Th – 21,1 г/т, U – 6,4 г/т, Th/U – 3,3) и Колыванского (K – 6 %, Th – 34 г/т, U – 9,6 г/т, Th/U – 3,5) комплексов относятся к высокорadioактивным редкометалльным; граниты Чжухая в провинции Гуандун, Китай (K – 4 %, Th – 100 г/т, U – 26,1 г/т, Th/U – 3,8) – к высокорadioактивным ториевым; граниты Бувар в регионе Овернь, Франция (K – 3,7 %, Th – 1 г/т, U – 18 г/т, Th/U – 0,1) – к высокорadioактивным существенно ураноносным, испытавшим глубокие метасоматические преобразования. Общей особенностью изучаемых гранитов является большое количество акцессорных минералов: монацит, циркон и др., содержащих U и Th.»*

Это положение обосновано большим объемом фактического материала. Соискателем показаны особенности каждого изученного массива, позволяющие с уверенностью отнести их гранитоидам, а с другой – обосновать их положение в различных радиогеохимических группах.

В целом первое защищаемое положение ни по содержанию, ни по доказательной базе возражений не вызывает.

Второе защищаемое положение. Обосновывает наследственный характер радиогеохимических особенностей пород коры выветривания. Отмечается формирование в корях выветривания по высокорadioактивным гранитам горизонтов, аномально обогащённых естественными радионуклидами. Доказано, что основная аккумуляция U и Th в данных зонах происходит в тонкодисперсных фракциях (0,04–0,01 мм; <0,01 мм). Также на основе данных фракционного анализа и осколочной радиографии высказано предположение, что основная масса U находится преимущественно в сорбированной форме на глинистых минералах (каолинит, монтмориллонит и др.). Автор обосновывает, что процессы образования коры выветривания способствуют повышению радоно- и тороновыделения и образованию горизонтов-генераторов свободного Rn в атмосферу.

Основные замечания сводятся к следующему:

В таблице 4.1 почему-то для сравнения использованы кларки элементов для континентальной земной коры по (Rudnick et al., 2003). В этих материалах

отсутствуют оценки для половины изученных элементов, в том числе для урана и тория. Почему не использовали данные Тейлора (1985) или Григорьева (2002, 2009)?

В таблице 4.3 приведены статистические данные о содержании химических элементов в гранитном массиве по данным ИНАА. При этом приведены оценки по 6 горизонтам почв, 2 горизонтам коры выветривания и по неизменным гранитам. При этом в методической главе показано, что всего отобрано 4 пробы гранитов, 6 проб коры выветривания и 2 пробы почв. Как можно было по таким мизерным выборкам рассчитать статистические параметры, в частности стандартную ошибку при оценке среднего? Это касается и других гранитных массивов. Общее количество проб там не превышает 12 шт по каждому массиву. На горизонт приходится не более 2-3 проб.

На рисунке 4,7 показано распределение урана и тория в разрезе коры выветривания. Отчетливо видно, что кора выветривания вся обогащена радиоактивными элементами на фоне исходных гранитов. Тогда что же является источником урана и тория в коре выветривания? Он внешний по отношению к собственно коре выветривания? Судя по приведенному разрезу – это незрелая кора выветривания, подвергнутая дезинтеграции, но не подвергнутая сколько-нибудь значимому химическому выветриванию. В чем заключается отличие зоны дезинтеграции 1 и 2 и их отличии от зоны дресвы? Всё это результаты дезинтеграции породы. На разрезах из умеренного климата почему-то отсутствует классическая зональность коры выветривания – отсутствует гидрослюдисто-монтмориллонит-бейделлитовая зона, каолиновая зона. В коре выветривания из тропического климата отсутствует переход от неизменных гранитов к аллитам. Зона дезинтеграции сразу скачкообразно переходит в аллит. Где же тогда промежуточные продукты выветривания – сиаллиты? Возможно, эта зона пропущена в связи с недостаточной детальностью опробования.

Некоторые выводы соискателя, типа *«Также высвобождение U в зоне дезинтеграции гранитов способствует его растворению и накоплению в подземных водах. Этот процесс способствует обогащению вод Ra и Rn»* вызывают возражения. Дело в том, что воды зоны гипергенеза, с которыми имеет дело автор исследования, достаточно молодые и, учитывая постоянную распада урана (период полураспада) и гидродинамику вод, сколько-нибудь значимого количества радия и радона путем распада за это время образоваться не может. Очевидно, что радон в воде связан не с растворившимся в нем ураном, а с внешним источником, с ураном и его дочерними продуктами, содержащимися в породе. К тому же приводимые соискателем данные (глава 5) со ссылкой на Н.А. Рослякова (2013) не соответствуют оригиналу, а завышены для U на порядок, а для радия – на 6 порядков (10^{-4} г/л вместо 10^{-10} г/л).

Соискателем получены данные, позволяющие судить о формах нахождения урана в коре выветривания. Согласно этим данным «По результатам фракционного анализа глинистой составляющей определена тенденция к наиболее интенсивному накоплению ЕРЭ в тонкодисперсных фракциях (0,04–0,01 мм; < 0,01 мм) (рисунок 4.11)». Это позволило сделать вывод, что уран в основном сорбируется на глинах. Следует отметить, что последнее требует дополнительных доказательств, в том числе необходимо привести расчеты баланса урана. К тому же сорбированные формы давно научились выделять, десорбируя уран слабыми растворами кислот. В то же время и по тем же данным, во всех горизонтах при электронно-микроскопических исследованиях выявлены микрофазы акцессориев: монацита, циркона, флюоцерита и др. Так как все эти микрофазы имеют размерность менее 10 мкм. (рис. 4.4., 4.5), нет ничего удивительного, что они обогащают тонкодисперсную фракцию. Голословное утверждение, что в гранитах их больше, ничем не подтвержденное, не может быть принято как доказательство.

Тем не менее, несмотря на замечания, третье защищаемое положение хорошо обосновано всем имеющимся у соискателя материалом и не вызывает возражений. Полученные результаты являются новыми, представляют собой научное достижение.

Глава 5 отражает радиэкологическую обстановку и вопросы радоноопасности исследуемых территорий. В целом по этой главе существенных замечаний нет. Однако следует обратить внимание на некоторое несоответствие выводов о высокой радоноопасности региона Овернь (Франция) и крайне низких содержаниях радиоактивных элементов в поверхностных водах. Хотя вполне вероятно отсутствие гидравлической связи исследуемых гранитоидов и поверхностных вод.

Глава 6 содержит анализ показателей заболеваемости населения в районах с высокой естественной радиационной нагрузкой. В главе обосновано третье защищаемое положение.

Третье защищаемое положение «Установленные высокие концентрации U и Th в породах и почвах, повышенная плотность потока Rn и объемная активность Rn (в районе Белокурихи – 0,08–120 кБк/м³, в районе Колывани – 0,09–1570 кБк/м³, в районе Чжухая – 0,02–1000 кБк/м³, в районе Эшасьер – 0,02–70 кБк/м³) обуславливают напряжённую радиэкологическую обстановку и ухудшение эпидемиологического статуса населения исследуемых территорий по таким медико-статистическим параметрам, как повышенный уровень врождённых пороков развития плода (300–1129 0/0000) и заболеваемости злокачественными новообразованиями лёгкого (33–352 0/0000), носоглотки (4–

25 0/0000), кроветворной ткани (6–216 0/0000) относительно мировых и российских показателей.»

Обоснование положения достаточно убедительное. Однако анализ таблицы 6.1 позволяет заключить, что влияние радиации на заболеваемость населения не столь однозначно, а скорее сказывается в сочетании с другими факторами. Об этом свидетельствует различная заболеваемость в разных регионах и отсутствие прямой значимой связи конкретного вида заболеваемости с радиоактивностью или с содержанием какого-либо радионуклида.

В целом это защищаемое положение, несмотря на неоднозначность приведенных доказательств, с точки зрения формулировки и доказательной базы также может считаться доказанным. Во всяком случае, имеющиеся факты не противоречат защищаемому автором положению.

Венец работы – заключение. Здесь сформулированы в краткой форме основные результаты исследований, ее практическая значимость и научная новизна. Основные выводы и рекомендации соответствуют содержанию диссертации. Выводы соответствуют результатам, полученным при проведении исследований. Только формулировка вывода 5 вызывает возражение: «Для исследуемых образцов глинистых горизонтов, зон дресвы и почв не характерны минералы-концентраторы U. По результатам фракционного анализа определена тенденция к наиболее интенсивному накоплению U в тонкодисперсных фракциях». Первое предложение ничем не доказано и не соответствует результатам электронно-микроскопических исследований. Второе предложение не противоречит возможности присутствия в этих фракциях акцессориев, содержащих уран.

В целом же структура диссертации логична, текст хорошо сбалансирован по главам, список литературы достаточно обширен и включает хороший обзор как отечественных, так и зарубежных авторов.

Основные положения диссертации достаточно освещены в публикациях (27 опубликованных работ, в том числе 4 работы в изданиях, рекомендованных ВАК для публикации научных результатов). Автореферат вполне адекватно отражает содержание диссертации.

Несмотря на замечания, без которых невозможна такая многоплановая сложная работа, считаю, что диссертационная работа Злобиной Анастасии Николаевны отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по части актуальности, обоснованности фактическим материалом, научной новизны и практической значимости. Изложенные в ней обширные материалы получены лично автором либо при непосредственном участии автора в процессе многолетних исследований. Выполненные А.Н. Злобиной исследования радиоэкологических проблем, связанных с

высокорadioактивными гранитоидами и развитыми по ним кораами выветривания представляют существенный вклад в науку.

Работа соответствует пунктам 1.4, 1.8 и 1.17 паспорта специальности 25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле).

Работа соответствует п.п. 8-12 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете, утвержденного приказом ректора ТПУ 66/од от 28.08.2018 г. (dis.tpu.ru). Считаю, что ее автор, Злобина Анастасия Николаевна достойна присуждения ей ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле).

Профессор отделения геологии
Инженерной школы природных ресурсов
федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»,
доктор геол.-мин. наук, ст. научный сотрудник, профессор



Арбузов Сергей Иванович

Адрес 634050, г. Томск, проспект Ленина, д.30
раб. тел. +7 (3822)42-63-07
e-mail: siarbuzov@tpu.ru

Подпись профессора Арбузова Сергея Ивановича удостоверяю
Ученый секретарь Национального исследовательского
Томского политехнического университета



О.А. Ананьева

5.11.197.