

## Отзыв официального оппонента на диссертацию

Тимофея Владимировича Лешукова «Радоновая опасность территорий добычи угля подземным способом (на примере Кузнецкого угольного бассейна)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук,  
специальность 25.00.36 –Геоэкология (науки о Земле).

**Актуальность.** Рассматриваемая работа посвящена исследованию радоноопасности территорий, подверженных воздействию антропогенных факторов, связанных с добычей угля подземным способом. В настоящее время Всемирной организацией здравоохранения радон признан основной причиной возникновения рака легких, уступающей по значимости лишь курению. Во всем мире проблеме радона уделяется повышенное внимание, создаются национальные планы действий, направленные на снижение облучения населения радоном в домах. Важнейшей задачей является создание карт радонового риска или потенциальной радоноопасности, на которых были бы оконтурены области с наибольшими ожидаемыми концентрациями радона в домах. Основным источником поступления радона в здания в большинстве случаев являются грунты основания зданий, в этой связи, геологические аспекты картирования радонового риска выступают на первый план. Повышенные концентрации радона в домах в местах угольных разработок известны во многих странах мира, в том числе, в Великобритании, Германии, Польше, Украине. Однако работы по выявлению радоновой опасности в местах интенсивной добычи угля подземным способом в Кузнецком угольном бассейне в настоящее время отсутствуют. Таким образом, актуальность диссертационного исследования не вызывает сомнений.

**Научная новизна.** В работе получены новые уникальные данные, касающиеся выделения радона из геологической среды и концентрации радона в зданиях, как в пределах шахтных полей Кузбасса, так и за их пределами. Установлено, что потенциальная радоноопасность определяется поступлением радона из подземных горных выработок через нарушения и трещины в горных породах, образующихся в пределах шахтных полей. В пределах шахтных полей, установлены существенно повышенные значения плотности потока радона, а также повышенная объемная активность радона в зданиях. Пиковые значения концентрации радона в домах сопоставимы с максимальными значениями объемной активности радона в широко известных радоноопасных областях,

связанных с урановыми разработками, таких как г. Лермонтов Ставропольского края или пос. Октябрьский Забайкальского края. Этим определяется научная новизна работы.

**Практическая значимость** исследования связана с возможностью использования материалов диссертационной работы при разработке областных и муниципальных программ по охране окружающей среды, градопланировании территорий индивидуальной жилищной застройки в Кемеровской области, особенно в районах развития или планирования угледобычи подземным способом.

**Обоснованность и достоверность.** Исследование обеспечено достаточно большим массивом измерений плотности потока радона с поверхности грунта и объемной активности радона в домах. Измерения производились с помощью аппаратуры, внесенной в Государственный реестр средств измерений, прошедшей ежегодную метрологическую поверку. В работе проводился внутренний и внешний измерительный контроль. Этим была обеспечена высокая степень обоснованности и достоверности полученных результатов.

**Содержание работы.** Работа состоит из Введения, четырех глав, Заключения и списка литературы. Основное содержание работы изложено на 105 страницах. Диссертация включает 19 таблиц и 25 рисунков. Список литературы состоит из 158 наименований, из них 85 на иностранном языке. Во Введении обосновывается актуальность диссертационного исследования; формулируется цель и основные задачи работы; описывается предлагаемый автором подход к решению поставленных задач; характеризуется степень новизны полученных результатов и их апробация.

Первая глава представляет собой основательный, весьма добротный обзор литературы по проблеме оценки радонового риска, в том числе на территориях добычи угля – подземным способом. В последнем разделе главы дана характеристика потенциальных естественных и техногенных источников радоновой опасности в Ленинск-Кузнецком районе.

Вторая глава посвящена оценке потенциальных источников радоновой опасности в геологической среде исследуемой территории. Исследования продемонстрировали, что с теоретических позиций наибольшую потенциальную радоноопасность в Ленинск-Кузнецком районе представляют шахтные поля.

В третьей главе дана количественная оценка влияния угольных разработок на плотность потока радона из грунта. В начале главы описываются методические аспекты исследований, затем характеризуется фоновая плотность потока радона в зависимости от состава отложений и, наконец, приводятся результаты измерений плотности потока

радона в пределах шахтных полей. В заключение главы дана количественная оценка влияния шахтных полей на плотность потока радона.

В четвертой главе рассмотрены закономерности пространственного распределения объемной активности радона в домах на исследуемой территории. Установлено, что в районах шахтных полей наблюдается несколько повышенные значения объемной активности радона в домах. Однако следует отметить, что по результатам исследований, проведенных автором диссертации, вне шахтных полей средние значения концентрации радона в домах также принимают достаточно высокие значения.

В Заключении кратко сформулированы основные выводы. В целом диссертация Т.В. Лешукова производит хорошее впечатление, является законченным исследованием, в котором решены актуальные задачи, связанные с проблемой картирования потенциальной радоноопасности территорий.

**Замечания.** Вместе с тем, к работе имеются следующие замечания.

1. Бросается в глаза некоторая небрежность в языке, в том числе в использовании терминов. Например, используются выражения "исследовать на ППР" или "на ОАР", являющиеся жаргоном, использование которого в научной работе не совсем уместно. Автор говорит, что уголь надо выдерживать до достижения «равновесия с ДПР», не уточняя, что речь идет о *радиоактивном* равновесии радона с его дочерними продуктами распада. На стр. 58 автор говорит о "фоновых концентрациях" плотности потока радона, очевидно, что в данном случае уместно говорить о фоновых уровнях или фоновых значениях плотности потока радона, но не о концентрациях. На рисунках в главе 3 на графиках с профилями ППР не ясно, что означают красная и зеленая горизонтальные линии. Видимо, это среднее значение и верхняя граница интервала "3 сигма", но об этом читателю приходится только догадываться, т.к. в тексте пояснений нет. В тексте не расшифровываются аббревиатуры, как то: ДПР, ППР, ЭРОА, ОВОЗ и т.п., отдельного списка используемых аббревиатур тоже нет. Некоторые фрагменты текста похожи на необработанный машинный перевод с иностранного языка. Кроме того, в тексте происходит путаница между понятиями «эманация», «эманирование» и «эксхалация». Традиционно словом «эманация» обозначаются собственно радиоактивные газы (радон, торон, актинон), «эманирование» - это процесс выделения радиоактивного газа в порово-трещинное пространство пород, а «эксхалация» - выделение газов, в том числе радона, из образца или массива пород в атмосферу. В работе в ряде случаев эти понятия перепутаны. Однако, несмотря на упомянутую небрежность, язык автора в тоже время достаточно ясен и понятен, по крайней мере, для специалиста.

2. На стр. 36 (2 глава) утверждается со ссылкой на диссертацию С.В. Тертычной, что многоэтажные здания являются безопасными по радону. По мнению оппонента, это утверждение вряд ли может быть обосновано. Например, работы М.В. Жуковского, И. В. Ярмошенко, А.В. Васильева, которые автор совершенно напрасно не включил в обзор литературы, не позволяют сделать столь однозначный вывод о безопасности многоэтажных зданий. Однако формализация радонового баланса многоэтажных зданий является очень сложной и еще не решенной задачей. По крайней мере, очевидно, что радоноопасность в данном случае в значительно меньшей степени определяется геологическими факторами. В этой связи, исключение автором многоэтажных зданий из анализа представляется обоснованным.

3. В работе недостаточно охарактеризован радионуклидный состав и концентрация (удельная активность) радионуклидов в горных породах и рыхлых отложениях. Состав рыхлых четвертичных отложений не описан совсем. Не понятно, есть ли на территории четвертичные отложения? Кроме того, не охарактеризовано содержание р/н в строительных материалах исследуемых зданий. А это очень важные факторы, которые в некоторых случаях могут существенно влиять на концентрацию радона в домах.

4. Логичным завершением главы 4 могла бы быть карта распределения ОА/ЭРОА радона на исследуемой территории, пусть не всего городского округа, но хотя бы той его части, где есть достаточно измерений. Это позволило бы увидеть взаимосвязь пространственного распределения ЭРОА радона с геологическим строением территории и антропогенными факторами. Однако в главе такой карты нет. В этой связи остается неясным влияние тектонических нарушений на радоновое поле. Автор пишет, что "первично-выявленные точечные аномалии ОАР, при дальнейшем изучении окружающих строений, приобретали вытянутый площадной характер или, зачастую, овальную форму". Однако, на приведенных рисунках, строго говоря, линейно-вытянутых аномалий не показано. Так, из рисунка 22 видно только то, что в южной части участка значения ППР с поверхности грунта и ОАР в домах существенно выше, чем в северной. Тот факт, что обследованные дома в южной части участка расположены линейно (вдоль улицы), еще не позволяет считать линейной радоновую аномалию.

5. В работе постулируется отсутствие влияния конструкции домов на ОАР в них. Между тем, было бы интересно количественно проанализировать зависимость объемной активности радона в домах от их конструктивных особенностей, таких как тип строительных материалов (каменный - деревянный), год постройки и т.п. Данные, полученные автором, позволяют это сделать.

6. Судя по данным, приведенным автором (табл. 16), распределения значений ОА радона в домах в пределах и за пределами разрывных нарушений не значительно отличаются друг от друга. Более того, максимальные значения ОА радона наблюдаются именно за пределами разрывных нарушений. То есть, получается, что разрывные нарушения не влияют на радоноопасность. Однако в выводах об этом ничего не сказано. Кроме того, остается не ясным, чем же все-таки обусловлены достаточно высокие значения ОА радона в домах, расположенных за пределами шахтных полей и за пределами основных разрывных нарушений.

Отмеченные замечания, однако, не снижают значимости полученных автором результатов и не влияют на общую высокую оценку работы.

**Заключение.** Рассматриваемая работа является законченным научным исследованием. По теме диссертации опубликовано 8 работ, в том числе 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК, 2 статьи в журналах, индексируемых в Web of Science. Автореферат и опубликованные научные работы отражают основное содержание диссертации. Диссертация Т. В. Лешукова в полной мере отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Содержание диссертации соответствует специальности 25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле). Автор диссертации, Тимофей Владимирович Лешуков, вне всякого сомнения, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле).

Официальный оппонент  
Заместитель директора по научной работе  
ФГБУН Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН  
д.г.-м.н., профессор РАН

П.С. Микляев

18 мая 2021 г.

101000, Москва, Уланский пер., д. 13, стр. 2  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук (ИГЭ РАН)  
<https://www.geoenv.ru>  
Тел.: +7 495 623-31-11  
+7 926 135-95-63  
E-mail: [peterm7@inbox.ru](mailto:peterm7@inbox.ru)

П.С. Микляев

18 мая 2021 г.

Согласен на обработку персональных данных

ПОДПИСИ
Заверяю: начальник отдела кадров ИГЭ РАН
«18» мая 2021 г.

