

**Отзыв официального оппонента  
на диссертацию Петра Сергеевича Микляева "Научные основы  
оценки потенциальной радоноопасности платформенных территорий",  
представленную на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических  
наук по специальности 25.00.36 - "Геоэкология".**

Актуальность представленной диссертационной работы П.С. Микляева не вызывает сомнений.

Содержание радона является одним из основных критериев обеспечения безопасных условий проживания населения. Этой проблеме уделяется большое внимание во всех развитых странах, Всемирной организацией здравоохранения, Международным Комитетом радиационной защиты.

Для огромной территории Российской Федерации характерно многообразие геологического строения, сочетание платформенных и горно-складчатых областей разного возраста, древних кристаллических щитов. Все это определяет огромный диапазон вариаций потоков радона из земных недр и необходимость контроля на соответствие безопасным для человека уровням, особенно в регионах с высокой плотностью населения.

В этом смысле автор совершенно правомерно определяет приоритетность Восточно-Европейской платформы, как наиболее населенной части России.

В обосновании актуальности работы автор совершенно напрасно упускает многочисленные факты очень затратных мероприятий по обеспечению радиационной безопасности населения.

Важность проблемы радона может быть проиллюстрирована многими примерами, в частности, недавним отселением поселка Октябрьский в Забайкалье из-за высоких концентраций радона в жилых помещениях. Оцененные среднегодовые дозы облучения населения за счет радона и его ДПР составили от 10 до 15 мЗв.

Затраты только в связи с этим вынужденным мероприятием составили около одного миллиарда рублей, выделенных Росатомом и территориальным бюджетом.

**Цель исследований**, по мнению рецензента, редакционно сформулирована не совсем удачно, и заключается в создании системы комплексной оценки радоноопасности платформенных территорий при инженерно-экологических изысканиях для строительства.

**Основные задачи** сформулированы автором достаточно полно, логично и обоснованно.

**Научная новизна** работы определяется выявлением закономерностей распределения радона в разных фазах грунтов и пространственно-временных вариаций ППР, установлением коэффициентов эманирования приповерхностных рыхлых отложений и обоснованием фонового уровня ППР на территории Восточно-Европейской платформы, разработкой и апробацией оригинального изотопно-геохимического метода оценки глубины и интенсивности потоков радона в геологическом массиве. Автором впервые установлено, что фоновое поле радона формируется в пределах зоны аэрации и определяется содержанием радия и микроструктурными особенностями грунтов. Разработаны, апробированы и предложены новые принципы оценки и картирования радоноопасности платформенных территорий.

В то же время необходимо отметить, что связь контрастных аномалий радона с геодинамически активными тектоническими структурами в земной коре является хорошо извест-

ным и установленным фактом. Не очень понятен и требует пояснений термин "суперинтенсивные деформации земной поверхности".

**Личный вклад** автора состоит в выполнении многолетних натурных и лабораторных исследований, глубоком анализе и обобщении предшествующих данных, обосновании направлений исследований, теоретических и методологических положений оценки и картирования потенциальной радоноопасности, создании концепции формирования радонового поля, широкой апробации положений диссертации.

**Практическая значимость** работы заключается в решении крупной научно-практической проблемы создания и внедрения в практику системы оценки и картирования потенциальной радоноопасности территории России. Полученные автором результаты положены в основу нормативно-методических и руководящих документов по проведению инженерно-геологических и геоэкологических изысканий при строительстве жилых и производственных сооружений.

**Структура работы.** Работа изложена на 307 страницах, состоит из введения, 6 глав и заключения. Работа содержит 63 рисунка, 25 таблиц. Список использованных источников включает 232 наименования.

**В первой главе**, изложенной на 57 страницах, автором дан обзор результатов предшествующих исследований радонового поля приповерхностной части литосферы, начиная с 20-30 годов прошлого столетия и до настоящего времени. Список изученных первоисточников (232) достаточно полный для детальной характеристики современного состояния проблемы.

Однако, вывод автора о практическом прекращении к 1990-м годам работ эманационными методами ввиду их бесперспективности не совсем верен. Начиная с 2004-2005 г.г., в связи с резким дефицитом урана в России, поисковые работы на уран являются приоритетным направлением в геологоразведке, при этом эманационный метод в модификации САН (способ активного налета) в настоящее время достаточно широко используется в общем комплексе геолого-геофизических, радиометрических и изотопно-геохимических методов.

Глава завершается выводами автора о недостаточной изученности межфазового распределения радона в приповерхностных грунтах, масштабов временных вариаций концентраций радона, связи потоков радона с тектоническими зонами в земной коре.

В целом выводы автора обосновывают необходимость проведения дополнительных комплексных исследований по этим направлениям для создания научных основ оценки и картирования потенциальной радоноопасности территорий.

**Вторая глава** (39 страниц) посвящена непосредственным исследованиям автора эманационной способности рыхлых приповерхностных отложений.

Автор совершенно справедливо уточняет и формулирует свое понимание термина "эманирование" как выделение свободного радона в газово-жидкую среду порового пространства за счет радиоактивной отдачи. Это позволяет в дальнейшем избежать неоднозначных оценок результатов исследования, не смешивая разные процессы между собой. Подробно рассмотрены методы исследования эманирования грунтов, их достоинства и недостатки, и сделан выбор в пользу гамма-спектрометрического метода с использованием сцинтилляционных и полупроводниковых детекторов.

Исследовано влияние на эманирование влажности грунтов, процессов сорбции-десорбции, оценена изменчивость коэффициентов эманирования, установлена роль микроструктуры грунтов в формировании эманлирующей способности грунтов.

Итогом исследований являются установленные автором общие закономерности формирования эманлирующей способности грунтов, что и является **доказательством первого защищаемого положения.**

Следует отметить не совсем корректно упоминание автором Госстандарта. В настоящее время это Росстандарт.

**Третья глава** изложена на 64 страницах и посвящена исследованию временных вариаций радонового поля грунтовых массивов в пределах 4-х экспериментальных площадок, расположенных в разных регионах страны. Автором изучены геологические разрезы (до 10-12 метров) площадок, с подробной характеристикой литологического состава. На каждой из площадок выполнены долговременные (в течение нескольких лет) режимные измерения как объемной активности радона на разных глубинах, так и плотности потока радона с земной поверхности.

Автором достоверно установлено влияние на ППР как локальных факторов, обусловленных особенностями контрольных площадок, так и глобальных факторов, связанных с неравномерностью вращения Земли, общих для всех площадок.

Глава насыщена большим массивом экспериментальных данных разного плана, хорошо иллюстрирована корреляционными графиками и таблицами.

**Четвертая глава** (22 страницы) посвящена изучению механизмов переноса радона в грунтах. Автором используется аппарат математического моделирования двух основных механизмов миграции радона - диффузионного и конвективного. В основу расчетов положены экспериментальные данные, полученные на контрольных площадках. Автор справедливо признает, что результаты моделирования объективно содержат неопределенность в оценках глубинности поступления радона, так как невозможно учесть влияние всех частных, кратковременных и непредсказуемых факторов, влияющих на перенос радона в геологической среде.

Для дополнительной аргументации выводов привлечен оригинальный изотопно-геохимический метод, основанный на анализе соотношений между двумя относительно долгоживущими радионуклидами в грунтах: радия-226, как материнского для радона-222, и свинца-210, как дочернего продукта распада радона.

Материал исследований и выводы, изложенные в главах 3 и 4, служат полным и убедительным обоснованием **второго защищаемого положения диссертации.**

**Пятая глава** (29 страниц) содержит полученные автором данные о закономерностях пространственного распределения плотности потока радона, в основном, для территории г. Москвы. Автор приходит к выводу о дискретной пространственной структуре поля плотности радона, с разделением на фоновую и аномальную составляющие.

Выявленные при этом интенсивные аномалии ППР, устойчивые во времени и пространстве, не могут быть объяснены высокими концентрациями радия или иными локальными факторами.

Анализ этих данных с привлечением структурно-геоморфологической карты приводит автора к выводу о наличии связи радоновых аномалий со структурообразующими элементами на территории г. Москвы.

При этом фоновое поле радона определяется преимущественно содержанием радия в грунтах (коэффициент корреляции +0,90), что убедительно иллюстрирует график на рис. 57 (стр. 211).

Изложенный материал и выводы автора в главе 5 в полной мере **подтверждают третье защищаемое положение.**

**Шестая глава**, заключительная, изложена на 50 страницах, характеризует в основном прикладные аспекты выполненных автором исследований - основные принципы оценки и картирования потенциальной радоноопасности платформенных территорий.

Сформулированы основные понятия радоновых рисков и радоноопасности, выбраны и обоснованы параметры для картирования и оценки, ранжирования территории и построения результирующих карт.

Крупным практическим результатом работы является уточненная карта геогенного радонового потенциала г. Москвы.

Автором обоснованы и сформулированы критерии и алгоритмы определения расчетных значений ППР, выделения аномальных радоновых полей и итоговых оценок потенциальной радоноопасности площадей для застройки.

Все это позволяет существенно повысить достоверность прогнозных оценок и минимизировать материальные затраты.

Результаты исследований, изложенные в главе, **доказывают справедливость четвертого защищаемого положения.**

У рецензента есть несколько общих замечаний по работе.

1. Логичнее было бы указать методы и лаборатории, использованные в исследованиях, указать один раз в вводной части, а не повторять это в нескольких местах по главам.

2. Недостаточно рассмотрены возможности других методов измерения радона в почвах: способа активного налета, электронных мониторов радона (альфаметров), эманационно-трекового метода. Автором не рекомендованы перспективные направления совершенствования аппаратурно-методического обеспечения измерения радона для повышения точности, достоверности и экспрессности исследований.

3. В работе присутствует некоторая категоричность выводов автора, в частности, о незначимом влиянии конвективных процессов переноса радона к поверхности, отсутствии транзитного переноса радона из глубины на платформах.

При этом формирование устойчивых аномальных зон никак не может быть объяснено диффузионным механизмом. Известными и установленными фактами является наличие радоновых аномалий в почвенном воздухе над урановородными телами и тектоническими зонами разломов в кристаллических породах, перекрытых осадочным чехлом в несколько десятков, а иногда и первых сотен метров.

Ведь литосфера является чрезвычайно подвижной и живой геологической средой, поэтому поступление глубинного радона к поверхности может быть мотивировано еще очень многими причинами - изменением глобального и локального гидрогеодинамического режима, постоянными сейсмическими разнонаправленными микроподвижками геологических блоков разного порядка, формирование ослабленных зон (неотектоники) в перекрывающих толщах, капиллярный подъем воды и растворенного в ней радона в глинистых толщах, достигающий 20-30 метров, подземные напорные радоновые воды в местах их разгрузки или контакта с грунтовыми водами, и многими другими.

4. Количественные категории геогенного радонового потенциала территорий, вводимые автором по радию и ППР, в ряде случаев противоречат требованиям по обеспечению радиационной безопасности при строительстве в Московской области и г. Москва, в частности, ТСН 23-354-2004 МО, РД "Контрольные уровни....", 2008 г. по допустимым значениям УА радия-226 и ППР.

5. В то же время неясно, что нового предлагает автор в рекомендациях по сравнению с уже действующими нормативными и руководящими документами по обеспечению радиационной безопасности при строительстве.

Сделанные замечания обусловлены в первую очередь чрезвычайной сложностью и неоднозначностью проблемы в целом, и не влияют на общую высокую оценку научного уровня работы П.С. Микляева, достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций.

Диссертацию отличает свежесть материала, логичность его изложения, оригинальность подхода к решению проблемы, научная новизна и практическая значимость, огромный экспериментальный материал.

Представленная работа изложена грамотным, профессиональным языком, хорошо иллюстрирована и в полной мере отвечает квалификационным требованиям ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к научным диссертациям на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 - "Геоэкология".

Основные положения диссертации в полной мере отражены в автореферате и в 70 научных публикациях, в том числе в 20 изданиях, входящих в перечень, рекомендованный ВАК. Автореферат соответствует тексту диссертации.

Без сомнения, Микляев Петр Сергеевич заслуживает присуждения ему искомой степени, являясь высококвалифицированным специалистом, способным решать крупные народнохозяйственные проблемы в области геоэкологии.

**Официальный оппонент:**

Доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 - "Геоэкология", главный научный сотрудник Федерального государственного унитарного предприятия "Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского" (ФГУП "ВИМС"), 119017, г. Москва, Старомонетный пер., 31 тел. (495) 950-34-21; +7 905-712-43-12, эл. почта: bae@u238.ru

Бахур Александр Евстафьевич  
15 мая 2015 г.

