

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ГРАНИЦ РАДОНОВЫХ АНОМАЛИЙ В ГРАНИЦАХ Г.ТЮМЕНИ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЯХ

Гурьев Никита Евгеньевич, старший преподаватель кафедры геоэкологии и природопользования Школы естественных наук, Тюменский Государственный Университет, nikitka.gurev.1996@mail.ru. ORCID: 0009-0004-0602-1969.

Зонова Екатерина Олеговна, студент 3 курса Школы естественных наук, Тюменский Государственный Университет, quemurrr@gmail.com. ORCID: 0009-0007-9652-1693.

Рыбина Арина Александровна, студент 3 курса Школы естественных наук Тюменский Государственный Университет, aydzya13@yanex.ru. ORCID: 0009-0005-3808-4291.

Аннотация: в статье представлены результаты исследования плотности потока радона-222 в почвах и почвогрунтах территории г. Тюмени и его окрестностей. Выявлены зоны с аномально высокими значениями плотности потока радона-222, превышающие установленные уровни. Определены природные факторы, оказывающие влияние на значения плотности потока радона-222 в почвах и почвогрунтах рассматриваемой территории.

Ключевые слова: радон-222, г. Тюмень, плотность потока, разломы, почвы, почвогрунты, Тюменская область.

Введение. Радон – это бесцветный радиоактивный газ природного происхождения, не имеющий вкуса и запаха, являющийся ключевым источником радиационной нагрузки на человека. Имеет несколько радиоактивных изотопов, наиболее долгоживущим является радон-222 (далее по тексту радон), с периодом полураспада 3,8 суток. Опасность радона заключается в его постоянной эманации из почв, грунта, горных пород и строительных материалов, из-за чего в местах его повышенных концентраций может оказывать влияние на организм человека. При вдыхании дочерние продукты распада радона осаждаются в дыхательных путях, облучая их на клеточном уровне, значительно повышая риск развития рака лёгких. Согласно современным исследованиям, общий вклад радона и его дочерних продуктов распада в облучении населения составляет более 50% от общей годовой дозы облучения, получаемой человеком. Одним из видов радиоэкологических исследований, необходимых для оценки потенциальной радоноопасности территории, согласно действующим нормативным документам Российской Федерации, является определение плотности потока радона (далее по тексту ППР) с поверхности почвы / грунта [5].

Цель: определить пространственные границы радоновых аномалий в городе Тюмени и его окрестностях

Задачи:

1. Изучить особенности пространственного распределение плотности потока радона-222 в почвах и почвогрунтах территории г. Тюмени и его окрестностей;

2. Определить природные и антропогенные факторы, влияющие на величину плотности потока радона-222 в поверхностном слое почв и почвогрунтов г. Тюмени и его окрестностей.

Объекты и методы исследования. Территория исследования охватывает границы г. Тюмени, а также населенные пункты (с. Каменка, с. Кулаково, д. Нариманова, п. Новотарманский, с. Салаирка, д. Решетникова, д. Коняшина, п. Луговое, п. Туринский) расположенные западнее. Климатические условия участка работ определяются существенными колебаниями температур и неравномерным распределением количества осадков в течение года, характерными для резко континентального климата. С геологической точки зрения, участок работ представлен аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями. Гидрографическая сеть представлена р. Турой и её притоками различного порядка, а также водоемами различного генезиса. Почвенный покров в границах исследуемой территории представлен как антропогенными почвами с разной степенью преобразования (поверхностно и глубоко преобразованные), так и естественными ненарушенными почвами – черноземом выщелоченным, дерново-подзолистыми, серыми лесными, аллювиально луговыми и т.д. [1].

Подготовительные, полевые и камеральные работы были выполнены в весенний, летний и осенний периоды 2025 года. Контрольные точки измерений ППР в границах г. Тюмень были расставлены в программе SAS PLANETA с шагом в 1 км, в окрестностях Тюменского района – с шагом в 3 км по профилям Тюмень – с. Салаирка и Тюмень – р. Канырка. Общая площадь территории исследования составила порядка 670 км². Суммарное количество точек измерений – 569.

Определение значений плотности потока радона с поверхности почвы проводилось согласно МР 2.6.1.0361-24, при помощи радиометра радона и торона «Альфарад Плюс», предназначенного для мониторинга радона в различных природных средах. Работы проводились в соответствии с установленной методикой измерений, включающей в себя: подготовку участка отборы проб (зачистку от мусора и рыхление на глубину 5-7 см), подготовку прибора и последующий отбор пробы почвенного воздуха напрямую в измерительную камеру. Время измерения каждой пробы – 20 минут. Помимо измерений ППР, на контрольных точках фиксировались параметры микроклимата (температура воздуха, атмосферное давление, влажность воздуха) с помощью прибора «Метеоскоп-М+», плотность почвы – методом режущего кольца (стальным пробоотборником объемом 100 см³) согласно ГОСТ, температура почвы – электронным термометром «ТР101».

Интерпретация полученных результатов исследования проводилась с действующими предельно допустимыми уровнями согласно МР, где показатели ППР с поверхности почвы не должны превышать значений в 80 мБк/(м²·с) и 250 мБк/(м²·с) для жилых и производственных помещений соответственно. Картографическое отображение результатов измерения ППР с поверхности почвы / грунта выполнена в геоинформационной системе QGIS.

Результаты и их обсуждения. Значения ППР с поверхности почвы / грунта г. Тюмени и его окрестностей находятся в широком диапазоне от 4 ± 1 до 1126 ± 337 мБк/(м²·с), среднее значение составляет 127 ± 36 мБк/(м²·с). На рисунке представлена карта распределения ППР с поверхности почвы / грунта г. Тюмени и его окрестностей.

По результатам исследования выявлено, что 52% и 85% значений ППР в границах исследуемой территории не превышают предельно установленные уровни, согласно МР, в 80 и 250 мБк/(м²·с) для территорий, предназначенных под строительство жилых, общественных и производственных зданий и сооружений соответственно. Полученные результаты ППР находятся в пределах значений отечественных и зарубежных авторов [1-2, 4].

Высокие значения ППР на исследуемой территории обнаружены вблизи таких населенных пунктов как: с. Луговое, д. Дударева, п. Московский, д. Дербыши, д. Падерина и западной части г. Тюмени. Возможной причиной появления локальных радоновых аномалий в границах изучаемой территории является наличие зон разрывных нарушений (Ливановский и Тюменско-Чудиновский разломы) и сопутствующие трещины в фундаменте Западно-Сибирской плиты (рисунок), которые картографически отображены на государственной геологической карте Российской Федерации, доюрских образований Уральской серии масштаба 1:1000000 (2009 г).

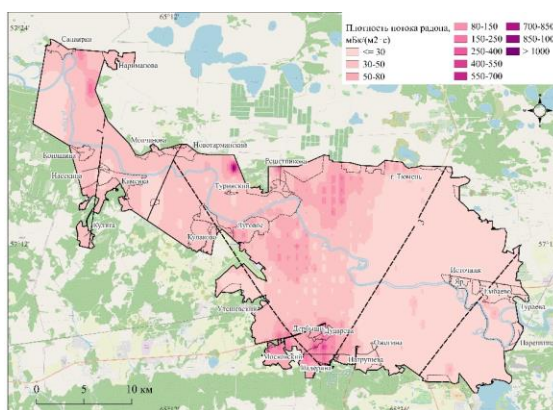


Рисунок. Пространственное распределение плотности потока радона-222 в г. Тюмень и его окрестностях (масштаб 1:360 000)

Условные обозначения: 1 – Тюменско-Чудиновский разлом; 2 – Ливановский разлом; 3 – нарушения; – Границы населенных пунктов; - граница исследуемой территории

По результатам исследования установлено, что значения ППР в поверхностном слое почв / почвогрунтов г. Тюмени и его окрестностей уменьшается при приближении к разломным зонам, однако в местах их пересечений, а также в отходящих в широтном и меридиональном направлениях трещинах появляются локальные радоновые аномалии, которые превышают предельно установленные уровни, согласно МР. Аналогичные результаты вариабельности значений радона в почвах разломных зон отмечены в работе [3].

Для выявления природных факторов, влияющих на величину ППР в поверхностном слое почв, рассчитаны коэффициенты корреляции Пирсона, где менее 0,3 – слабая связь, от 0,3 до 0,5 – умеренная, от 0,5 до 0,7 – значительная, от 0,7 до 0,9 – сильная и более 0,9 – очень сильная. Наибольшее влияние на значения ППР в поверхностном слое почв / почвогрунтов среди рассматриваемых природных факторов оказывает влажность воздуха ($r=0,45$). Менее выраженная зависимость установлена с температурой ($r=0,22$) и плотностью почвы ($r=0,22$). Достоверной корреляционной связи с температурой воздуха, атмосферным давлением не выявлено. Аналогичные закономерности влияния природных факторов отмечены в работе [2].

Заключение. По результатам исследования были получены следующие выводы:

1. Выявлены аномальные значения ППР с поверхности почв и почвогрунтов, превышающие установленные санитарные нормативы, составляющие 80 и 250 мБк/м²·с. Причиной появления высоких (аномальных) значений ППР является наличие разломных зон и нарушений в фундаменте доюрских образований Западно- Сибирской плиты в границах рассматриваемой территории;

2. Наибольшее влияние на значения ППР с поверхности почвы / почвогрунта оказывает влажность атмосферного воздуха, температура и плотность почвы.

Список литературы

1) Гурьев Н.Е., Клименко В.В. Комплексное радиационно-экологическое исследование города Тюмени // Социально-экологические технологии. 2023. Т. 13. № 3. С. 278–291. <https://doi.org/10.31862/2500-2961-2023-13-3-278-291>

2) Микляев П. С., Петрова Т. Б., Маренный А. М., Щитов Д. В., Сидякин П. А., Мурзабеков М. А. О генезисе радоновых аномалий в зонах тектонических разломов // АНРИ. 2020. № 1. С. 3–15. <https://doi.org/10.37414/2075-1338-2020-100-1-3-15>

3) Семинский К.Ж., Бобров А.А., Дэмбэрэл С. Радоновая и тектоническая активность разломов земной коры (на примере Центральной Монголии) // Геология и геофизика, 2019, т. 60, № 2, с. 243—255. <https://doi.org/10.15372/GiG2019016>

4) Lei B., Zhao L., Girault F., Cai Z., Luo C., Thapa S., She J., Perrier F., Overview and large-scale representative estimate of radon-222 flux data in China. // Environmental Advances. 2023. Vol. 11, 100312. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100312>.

5) Rasha S. Ahmed Estimating the effective dose to human organs due to soil radon in southern Iraq / Journal of Radiation Research and Applied Sciences, Vol. 18, Issue 3, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2025.101804>

ИЗУЧЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА ДОМАШНЕЕ (КАМЧАТКА)

Павлова Вероника Юрьевна, к.г.-м.н., доцент кафедры биологии и наук о Земле факультета естественных и технических наук КамГУ,

Истягина Марина Евгеньевна, магистрант 1 курса факультета естественных и технических наук направления подготовки «Геология», профиль «Вулканология и сейсмология» Камчатского государственного университета им. Витуса Беринга, istyagina1405@mail.ru

Розин Иван Михайлович, магистрант 1 курса факультета естественных и технических наук направления подготовки «Геология», профиль «Вулканология и сейсмология» Камчатского государственного университета им. Витуса Беринга, t89147846433@yandex.ru

Макеева София Андреевна, магистрант 1 курса факультета естественных и технических наук направления подготовки «Геология», профиль «Вулканология и сейсмология» Камчатского государственного университета им. Витуса Беринга, sonia.makeeva@mail.ru

Аннотация: В данной работе исследуется влияние вулканической активности на горные породы озера Домашнее. Исследование охватывает геологический анализ образцов горных пород, собранных в районе озера, расположенного вблизи активных вулканов Ключевской группы. Результаты показывают связь между вулканической деятельностью и геологическим составом.

Ключевые слова: Камчатка, вулканическая активность, озеро Домашнее, горные породы, пироксен, базальт, минералогия, геология, вулканизм.

Данная работа выполнена в рамках проведения молодежной научной школы «Биология и науки о Земле» (руководитель к.г.-м.н., доцент, Павлова В.Ю.) и в рамках реализации программы «Приоритет 2030» (КамГУ имени Витуса Беринга).

Озеро Домашнее, расположено на северо-восточной окраине поселка Козыревск Усть-Камчатского района Камчатского края. Вода озера отличается высокой степенью чистоты, обусловленной наличием подводных родников, благодаря чему в прибрежной зоне водоем не промерзает в зимний период.