

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РАДИАЦИОННОГО ФОНА В НАЗЕМНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Рассолова Ю.В.

Научный руководитель – Югатова Н.Ю.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

*На станциях метрополитена Санкт-Петербурга и прилегающим к ним территориям было проведено измерение мощности экспозиционной дозы с помощью дозиметра-радиометра MKC-01CA1M, с последующим переводом полученных результатов в единицы измерения мощности эквивалентной дозы. Фиксированные прибором показатели позволили сделать вывод о безопасном уровне фоновых значений в измеренных точках. **Ключевые слова:** мощность экспозиционной дозы, станции метрополитена, гамма-излучение, дозиметр-радиометр MKC-01CA1M.*

FEATURES OF THE FORMATION OF THE RADIATION BACKGROUND IN THE SURFACE AND UNDERGROUND CONDITIONS OF THE URBAN ENVIRONMENT

Rassolova Yu.V.

Scientific supervisor –Yugatova N.Yu.

St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg,
Russian Federation

*At the metro stations of St. Petersburg and the adjacent territories, the exposure dose rate was measured using the MKS-01SA1M dosimeter-radiometer, and the results were converted into units of equivalent dose rate. The data recorded by the device indicated a safe level of background values at the measured points. **Keywords:** exposure dose rate, metro stations, gamma radiation, MKS-01SA1M dosimeter-radiometer.*

Введение. Радиационный фон окружающей среды формируется за счет трех основных составляющих: космического излучения, излучения природных радионуклидов в горных породах и почве (уран-238, торий-232, калий-40), а также техногенных источников. В городских условиях к этим факторам добавляются строительные материалы, содержащие природные радионуклиды, а также отдельные объекты инфраструктуры [1, 3].

Метрополитен представляет собой особую среду с точки зрения радиационной обстановки: подземные тоннели и станции экранированы слоем горных пород, что снижает вклад космической составляющей, однако сами породы могут являться источником гамма-излучения. Вопрос

о том, в каких условиях — на поверхности или под землёй — уровень радиационного фона выше, является нетривиальным и практически значимым, учитывая ежедневное пребывание миллионов людей в метро.

Цель настоящей работы — сравнить мощность дозы гамма-излучения в наземных и подземных точках городской среды Санкт-Петербурга и выявить факторы, определяющие наблюдаемые различия [2, 4].

Материалы и методы исследований. проводились с помощью дозиметра-радиометра МКС-01СА1М (диапазон измерений мощности дозы: 0,1–10 000 мкР/ч, погрешность $\pm 15\%$). Прибор фиксирует мощность дозы гамма-излучения в мкР/ч. Для перевода в единицы СИ использовался коэффициент: 1 мкР/ч = 0,01 мкЗв/ч.

Измерения проводились в Санкт-Петербурге в апреле 2026 года на станциях метро: Московские ворота (глубина заложения ~50 м), Петроградская (~14 м), Адмиралтейская (~86 м — самая глубокая), Сенная площадь (~50 м). В каждой точке выполнялось 5–8 повторных измерений с интервалом 1 минута, после чего вычислялось среднее значение и среднеквадратическое отклонение (СКО). Точки измерений включали: вход в вестибюль, эскалатор (движение вниз и вверх), платформу, вагон поезда, а также наземные точки — непосредственно у входа в метро и в отдалении от него.

Результаты исследования. Результаты измерений представлены в таблице.

Таблица – Мощность экспозиционной и эквивалентной доз гамма-излучения в различных точках метрополитена и прилегающих территорий Санкт-Петербурга

Точка измерения	n	Среднее значение, мкР/ч	СКО	Среднее значение, мкЗв/ч
Вход в метро МВ	7	8,7	0,7	0,087
Эскалатор МВ	5	10,4	1,4	0,104
Платформа МВ	8	11,4	0,5	0,114
Вагон метро (МВ–П)	19	11,0	1,1	0,110
Платформа П	6	11,8	1,6	0,118
Эскалатор П	5	4,6	0,8	0,046
Пункт досмотра П	5	18,2	1,3	0,182
Улица у входа в метро П	4	21,8	2,3	0,217
Улица в радиусе 100 м (вход в метро П)	9	16,3	1,2	0,163
Платформа СП	5	20,8	0,7	0,208
Платформа А	5	16,2	1,6	0,162

Примечание: МВ – Московские ворота; П – Петроградская; СП – Сенная площадь; А – Адмиралтейская.

Анализ данных показывает, что на платформах станций глубокого заложения (Московские ворота, Адмиралтейская) фон составляет 11–16 мкР/ч, что соответствует нижней границе типичного городского фона Санкт-Петербурга (10–25 мкР/ч). Наземные измерения в районе станции Петроградская дали несколько более высокие значения — 16–22 мкР/ч, что может быть связано с гранитной набережной и характерным для этого района геологическим фоном.

Особого внимания заслуживает аномально низкое значение на эскалаторе при подъёме (4,6 мкР/ч). Вероятной причиной является геометрия наклонного тоннеля: массивные бетонные конструкции с боков и сверху обеспечивают дополнительное экранирование в направлении детектора прибора. На станции Сенная, несмотря на большую глубину заложения, зафиксированы значения 20–22 мкР/ч — сопоставимые с наземными. Это может объясняться составом горных пород в данном районе, а также особенностями облицовочных материалов платформы. Повышенный фон у рентгеновского досмотрового аппарата (18,2 мкР/ч) объясняется рассеянным излучением от работающего оборудования, хотя это значение также остаётся в пределах нормы.

Практическая значимость работы состоит в том, что полученная картина радиационного фона позволяет оценить дополнительную дозу облучения жителей, ежедневно пользующихся метро. При среднем времени пребывания в метро 1 час в сутки годовая дополнительная доза составит не более 0,04 мЗв, что многократно меньше среднегодовой дозы от естественного фона (~2–3 мЗв/год). Радиационный фон на платформах глубоких станций Петербургского метрополитена (11–16 мкР/ч) несколько ниже наземного фона в тех же районах города (16–22 мкР/ч), что объясняется экранированием космической составляющей горными породами. Наибольшие различия между подземным и наземным фоном наблюдались на эскалаторе (4,6 мкР/ч при подъёме), что связано с экранирующим действием конструкций наклонного тоннеля.

Заключение. Полученные результаты в целом согласуются с теоретическими представлениями о формировании радиационного фона в подземных условиях. Космическое излучение, составляющее значительную долю наземного фона, практически полностью поглощается толщей пород над глубокими станциями метро (50–86 м). Вместе с тем гамма-излучение от природных радионуклидов в горных породах (граниты, известняки, характерные для геологии Санкт-Петербурга) компенсирует это снижение, поэтому суммарный фон на платформах лишь незначительно отличается от наземного. Все измеренные значения мощности дозы (0,046–0,217 мкЗв/ч) существенно ниже предельного значения по НРБ-99/2009 для населения (0,3 мкЗв/ч для помещений), что свидетельствует об отсутствии радиационной опасности как для пассажиров, так и для работников метрополитена.

Литература.

1. Башкиров, И. А. Исследование концентрации объёмной активности радона в помещениях / И. А. Башкиров, А. Г. Ремизов, Н. Ю. Югатова // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны : Материалы X юбилейной международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной году науки и технологий, Санкт-Петербург, 23-24 ноября 2021 года. – г. Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2021. – С. 35-37.
2. Динамика изменений уровней радиоактивного загрязнения объектов внешней среды Волго -Вятского региона Российской Федерации / В. Н. Гапонова, Р. О. Васильев, Е. И. Трошин, Н. Ю. Югатова // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2018. – № 4. – С. 204-207.
3. Назарова, М. Д. Исследование уровня гамма-фона в фортах г. Санкт-Петербурга / М. Д. Назарова, Н. Ю. Югатова // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны : Материалы X юбилейной международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной году науки и технологий, Санкт-Петербург, 23–24 ноября 2021 года. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2021. – С. 254-255.
4. Радиационный фон ветеринарных клиник Г. Санкт-Петербурга в рабочее время / А. М. Ковалева, А. В. Карпушкина, В. Н. Гапонова, Р. О. Васильев // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны : материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Санкт-Петербург, 19–20 ноября 2019 года. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, 2019. – С. 122-123.

УДК 539.16.04

ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ ДОЗ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ОРГАНИЗМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Самко М.В.

Научный руководитель – Петрович И.О.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

В статье рассмотрены современные представления о влиянии малых доз ионизирующих излучений на организм сельскохозяйственных животных. Проанализированы механизмы адаптивного ответа, радиационного гормезиса и гиперрадиочувствительности. Представлены